

Fogão solar para regiões tropicais

O fogão solar aqui apresentado é, em princípio, uma caixa de madeira termicamente isolada cujo lado interior é revestido por uma chapa preta de alumínio. A superfície preta transforma a luz solar em calor. Uma tampa de vidro duplo evita que o calor escape, e um espelho reforça a radiação que entra na caixa. Este fogão não substitui um fogão convencional à gás, mas o complementa. Assim ele ajuda a economizar gás e dinheiro. Ele é especialmente apropriado para o preparo de refeições que recebem todos os ingredientes numa só vez e que raramente precisam ser mexidas. Exemplos: Arroz, legumes secos como feijão, sopas, bolos, pão, etc. Custos do material: aproximadamente R\$ 200,00

Vantagens

A construção é simples e barata. Parcialmente é possível usar materiais de sucata. É possível usar várias panelas ao mesmo tempo. Durante o cozimento o fogão quase não precisa ser ajustado à direção do sol. O uso do fogão solar aguenta a passagem de nuvens. Não é possível queimar comidas. É possível cozinhar bolos e pão.

Desvantagens

Não é possível assar. Não é recomendado para o preparo de comidas que necessitam ser mexidas ou que precisam o ajuntamento de ingredientes durante o cozimento. O preparo de comidas no fogão solar é mais demorado que no fogão convencional à gás.

Liste de materiais para um fogão solar com espaço para duas panelas

- 2 panelas leves, fáceis a limpar, sem peças em plástico, sem cabos compridos, com tampa que fecha bem
- Tinta óleo preto-fosca
- Chapa de alumínio de aprox. 1 mm x 1 m x 1.10m
- 2 vidros de 2 mm x aprox. 30 cm x 60 cm
- Vigas de madeira 5 cm x 5 cm x aprox. 2 m
- Vigas de madeira 2.5 cm x 5 cm x aprox. 2 m
- Vigas de madeira 2.5 cm x 2.5 cm x aprox. 7m
- Madeirite de 1 cm de grossura: aprox. 1 m²
- 4 rodas móveis ou 2 rodas e 2 pés de móvel
- (opcional: pouco cimento e areia ou uma placa de pedra)
- 2 alças de madeira ou metal com parafusos
- Folha de alumínio ou espelho
- Material de isolamento térmica que aguenta calor (pó de serra, folhas secas, papel, algodão, pano, fibras de côco, etc.)
- 15 parafusos de cabeça chata para madeira, 5-6 cm de comprimento
- 64 parafusos de cabeça chata para madeira, 2-3 cm de comprimento
- Cola branca (para madeira)
- feltro 2.5 cm x 200 cm
- 2 dobradiças com parafusos p. madeira
- cordão
- Silikone transparente
- Cola de contato
- 4 esquadrias de ferro

Lista das ferramentas:

- Papel de lixa
- Pincel
- Tesoura de chapa
- Serra circular
- Furador
- Régua
- Transferidor para medir ângulos
- Furadeira, broca para madeira
- Martelo
- Chave de fenda

Manual de construção:

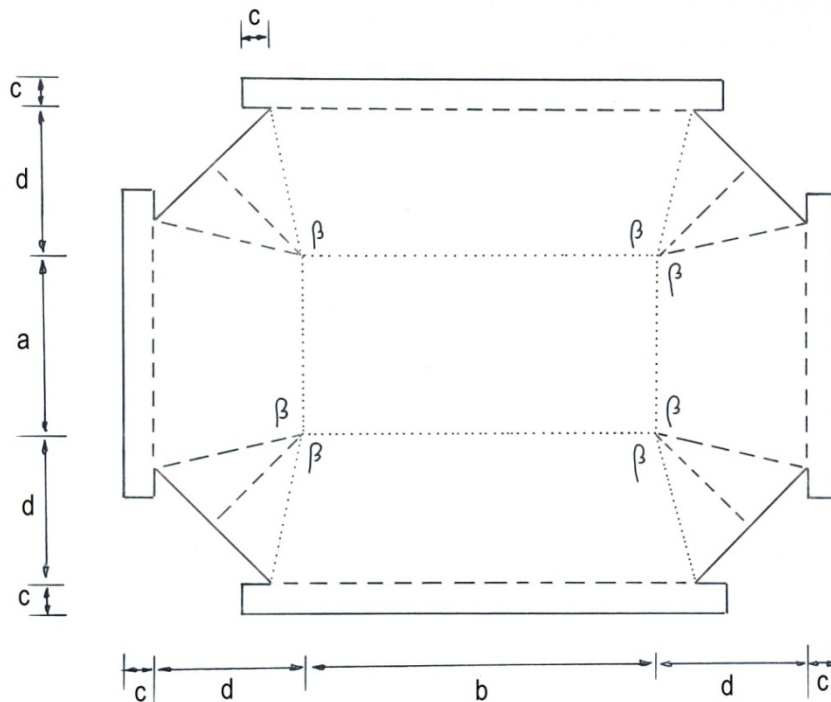
Observação preliminar: Em geral recomendo um procedimento em etapas (especialmente a compra do material), pelos motivos seguintes:

- A bacia do fogão deve ter o tamanho certo para que as painelas cabem nela. As painelas têm de ser compradas em primeiro lugar, depois o material restante segundo o tamanho das painelas.
- A bacia do fogão tem paredes inclinadas para que mais luz possível entre. É recomendado cortar o material para a caixa de madeira apenas depois da bacia do fogão estar pronta, e por isso, a altura dela conhecida.
- Até a menor falha na construção da caixa de madeira influencia o tamanho da tampa de vidro. O vidro, material mais caro do fogão solar, deve ser comprado apenas depois da moldura estar pronta.

Pelos mesmos motivos há apenas medidas aproximadas do material na lista dos materiais para um fogão solar no qual cabem duas painelas de 22 cm de diâmetro e 18 cm de altura.

- 1 Primeiro compre as painelas que serão usadas no fogão solar. Escolhe modelos com tampas que fecham bem. Recomendo um material fácil a lavar, preferencialmente painelas que já têm coloração preta no lado exterior e que não têm cabos compridos, mas sim alças laterais pequenas. Ao invés de usar duas painelas, é também possível usar apenas uma, ou três painelas de tamanhos diferentes. Número e tamanho das painelas decidirão sobre o tamanho da bacia do fogão e sobre a quantidade de material em geral.
- 2 Coloque todas as painelas com as tampas lado a lado. Agora é possível medir o comprimento e a largura do fundo da bacia do fogão, assim como a altura. As ilustrações seguintes correspondem a uma bacia do fogão que recebe duas painelas de 22 cm de diâmetro e 18 cm de altura (com tampa). Se você pretende fazer um fogão para uma painela ou três painelas, o comprimento para a medida „b“ deve ser adaptado.

Ilustração 1



- = a dobrar para cima
- - - - = a dobrar para baixo
- β = Ângulo que determina a inclinação das paredes laterais da bacia do fogão
- a = Largura da bacia do fogão = Diâmetro da panela maior + 3 cm de reserva
- b = Comprimento da bacia do fogão; a determinar assim que todas as panelas cabem na bacia lado a lado, com uma reserva de aprox. 5 cm
- c = Largura da beira do fogão = 5 cm
- d = Profundidade aproximada da bacia do fogão; o valor exato desta medida tem de ser calculado de maneira seguinte:

O ângulo β deve ter um valor de aprox. 95° até 115° , dependendo do tamanho da panela (veja os valores com fundo verde na tabela seguinte). Este ângulo determina a abertura da bacia do fogão de baixo para cima. Quanto maior o ângulo, maior a superfície que recebe radiação solar, porém maior também o tamanho dos vidros (caros e frágeis). E quanto maior o ângulo β , mais comprido o valor para a medida „d“.

Para matemáticos, aqui a fórmula para a medida „d“:

$$d = \sqrt{\frac{y^2}{1 - [\cot(180 - \beta)]^2}}$$

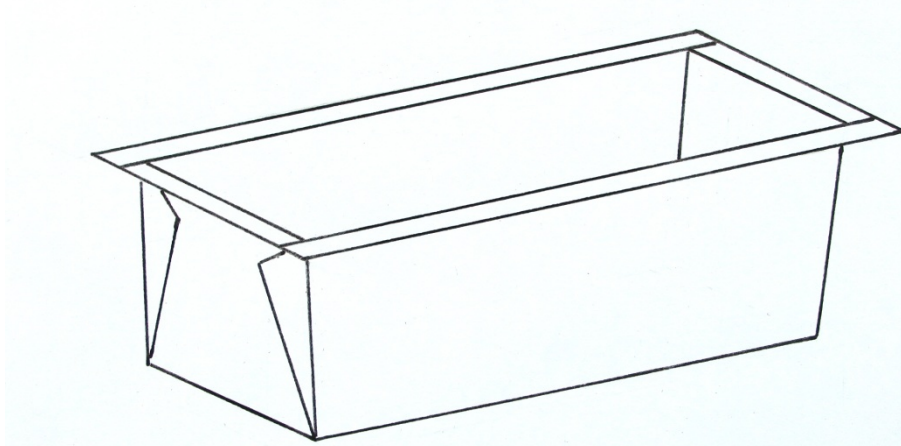
y = Altura real da panela com tampa, e
 β = ângulo segundo ilustração 1, em graus.

Para não-matemáticos, em seguida alguns valores para „d“ em forma de tabela. Os valores com fundo vermelho não são recomendados, porque com eles o volume não usado dentro da bacia do fogão seria grande demais (y = altura da panela com tampa):

Ângulo β	y = 15 cm	y = 18 cm	y = 20 cm	y = 22 cm	y = 24 cm	y = 26 cm	y = 28 cm	y = 30 cm
90	15 cm	18 cm	20 cm	22 cm	24 cm	26 cm	28 cm	30 cm
95	15.70 cm	18.84 cm	20.94 cm	23.03 cm	25.12 cm	27.22 cm	29.31 cm	31.41 cm
100	16.53 cm	19.83 cm	22.04 cm	24.24 cm	26.45 cm	28.65 cm	30.85 cm	33.06 cm
105	17.53 cm	21.04 cm	23.38 cm	25.71 cm	28.05 cm	30.39 cm	32.73 cm	35.06 cm
110	18.81 cm	22.57 cm	25.08 cm	27.59 cm	30.09 cm	32.60 cm	35.11 cm	37.62 cm
115	20.53 cm	24.64 cm	27.38 cm	30.11 cm	32.85 cm	35.59 cm	38.33 cm	41.07 cm

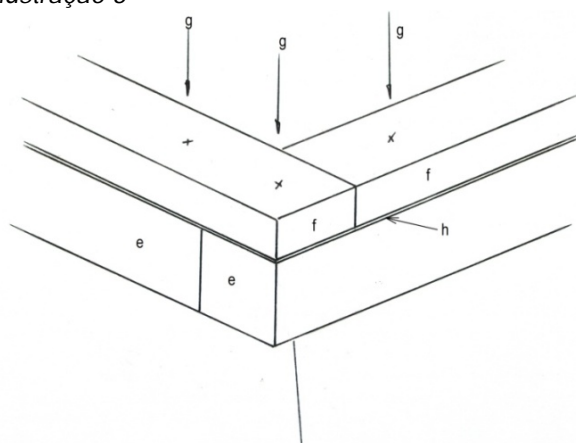
- 3 Depois desta calculação é possível determinar o tamanho da chapa de alumínio a comprar: Largura = $1a + 2d + 2c$ e comprimento = $1b + 2d + 2c$. Já foi mencionado que os valores para a, b e d tem de ser aumentado generosamente (por aprox. 2 cm) para evitar que depois de terminar a construção do fogão solar as panelas não caberem na bacia do fogão devido às alças, ou as tampas das panelas baterem nos vidros. Porém, um tamanho exagerado da bacia do fogão também deve ser evitado para evitar que muito espaço desnecessário deverá ser esquentado no ato de cozinhar.
- 4 Compre a chapa de alumínio na medida certa, desenhe a forma segundo a ilustração 1, corte-a e forme a bacia. Para um fogão solar em regiões tropicais o desenho é absolutamente simétrico. É importante que o ângulo β seja idêntico em todas as esquinas. Para poder dobrar os ângulos, risque a chapa nos lugares previstos com um furador ou um prego. Depois coloque a chapa numa superfície dura, segure-a com uma régua de madeira e puxe a chapa de alumínio para cima. Para dobrar para baixo, coloque a chapa na beira de uma mesa, segure-a com uma régua de madeira e empurre para baixo. Depois de dobrar, bata as dobras com uma madeira e martelo até as dobras terem os ângulos certos. A bacia pronta deveria ter a forma como mostra a ilustração 2.

Ilustração 2



- 5 Agora corte as vigas de madeira previstas para a moldura e parafuse-as nas beiras da bacia. Cada esquina recebe três parafusos; acrescente parafusos a cada aprox. 20 cm de viga. Estes parafusos têm de ser afundados na madeira até não aparecer mais na superfície da madeira. É também importante formar ângulos de exatamente 90° . Ilustração 3 mostra uma das esquinas em detalhe.

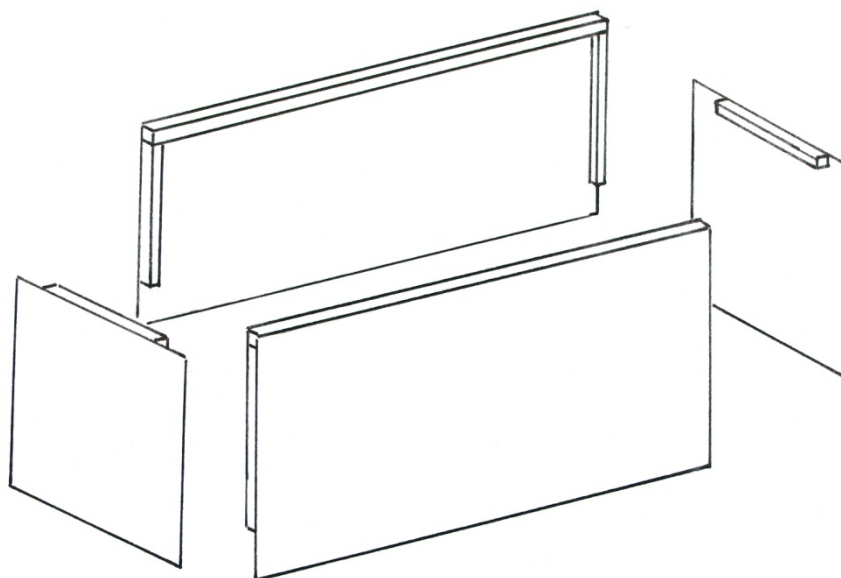
Ilustração 3



- e = vigas de madeira 5 cm x 5 cm
f = vigas de madeira 2.5 cm x 5 cm
g = localização dos parafusos nas esquinas
h = beira da bacia do fogão

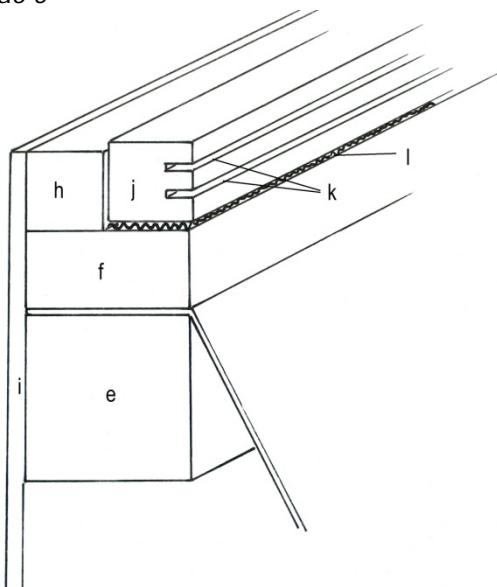
- 6 Acrescente vigas de 25 mm x 25 mm no lado superior da moldura, alinhadas na beira exterior da moldura, com cola branca e parafusos (peça h, na ilustração 5).
- 7 Agora vire a bacia cabeça para baixo para montar as paredes laterais da caixa de madeira. Meça os comprimentos necessários e corte-as. Cuidado: Em dois dos quatro paredes deve ser acrescentado a dupla grossura da madeirite (veja ilustração 6, página 7). A altura das paredes têm de ser determinado de maneira que haverá um espaço livre de ao mínimo 8-10 cm entre a bacia do fogão e o futuro fundo da caixa de madeira. Antes de montar as paredes com cola e parafusos, coloque (também com cola e parafusos) as vigas de reforço 2.5 cm x 2.5 cm nas beiras das paredes, como visível na ilustração 4. Estas vigas têm de ser montadas de maneira que elas não se atrapalham uma a outra depois das paredes serem montadas.

Ilustração 4



- 8 Opcionalmente você pode colocar uma placa de pedra ou de cimento de aprox. 3-4 cm de grossura no lado exterior do fundo da bacia do fogão. Este material vai aumentar a inércia térmica do fogão solar, o que quer dizer que vai demorar mais tempo até ele esquentar, mas também até ele esfriar. Este fato vai ser uma vantagem para quem cozinha de tarde, ou para quem vai abrir a tampa de vidro durante o cozimento, ou quando há nuvens durante o cozimento. Na situação normal a variante sem pedra é melhor. O espaço entre a pedra e o futuro fundo da caixa de madeira tem de ser enchido com um material duro e isolante para evitar que apareça uma cavidade devido ao peso da pedra. Recomendo o uso de pedaços de madeira bem fixados, por exemplo.
- 9 A cavidade restante entre a caixa de madeira e a bacia do fogão é preenchida com um material de isolamento térmico que aguenta calor. Pode usar placas de Isopor, mas evite o contato direto delas com a bacia do fogão porque derreteriam com o calor.
- 10 Finalmente corte o fundo da caixa de madeira nas medidas certas e parafuse-o nas paredes. É importante que as esquinas têm ângulos de exatamente 90° . Não use cola porque pode acontecer que você deverá reabrir a caixa para acrescentar mais material de isolamento ou para retirar a pedra.
- 11 Recomendo montar rodinhas no fundo (ou duas rodas móveis e dois pés, ou quatro rodas móveis) para facilitar os movimentos do futuro fogão solar (veja capítulo „Dicas para o uso“, na página 7).
- 12 Para a construção da tampa de vidro a caixa é colocada na posição certa, com o fundo para baixo. A moldura desta tampa consiste em quatro vigas de madeira 2.5 cm x 2.5 cm. Com uma serra circular serre nelas duas ranhuras de 2.5 mm – 3 mm de grossura e aprox. 10 mm de profundidade. É melhor fazer isso antes de cortar as vigas no comprimento certo. Este trabalho é o mais difícil de todos, e por isso é recomendável mandar fazê-lo por um profissional. O tamanho da moldura deve ser determinado de maneira que ela cabe melhor possível e sem brecha no espaço previsto na parte de cima da caixa de madeira (veja ilustrações 5 e 6).

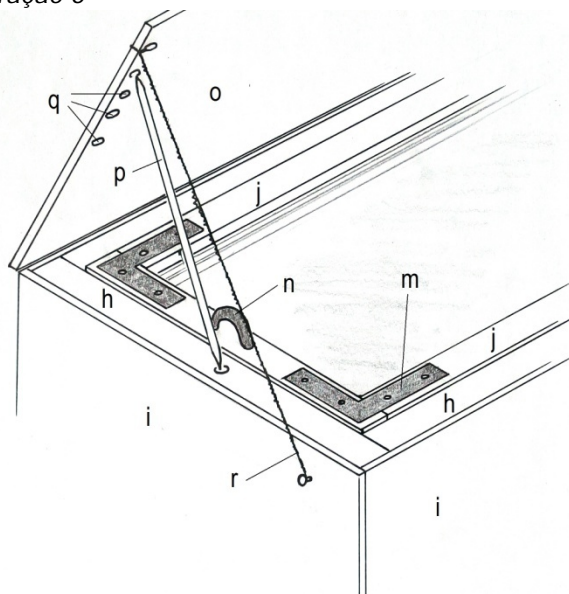
Ilustração 5



e = vigas de madeira 5 cm x 5 cm
f = vigas de madeira 2.5 cm x 5 cm
h = vigas de madeira 2.5 cm x 2.5 cm
i = parede lateral de madeirite
j = moldura da tampa de vidro
k = ranhuras para os vidros
l = fita de feltro

- 13 Com as vigas da moldura colocadas no seu lugar confira as medidas necessárias para os vidros. Deve ter um pouco de espaço entre a madeira e o vidro. Compre dois vidros deste tamanho e monte-os na moldura. Os vidros têm de ser limpos e secos no lado interior porque será impossível limpá-los depois de montar a moldura. A moldura é montada com quatro esquadrias de ferro prafusadas no lado superior da tampa de vidro. (veja ilustração 6, na página 7).
Cuidado: Não fure o vidro com os parafusos!
- 14 As brechas entre os vidros e a madeira e eventuais brechas entre as vigas são fechadas com silicone: Aplique o silicone, empurre o material dentro das brechas e limpe os vidros depois do silicone endurecer com uma lâmina. Para poder manusear a tampa de vidro, monte duas alças nas vigas laterais (veja ilustração 6, na página 7).
- 15 As superfícies horizontais entre a caixa de madeira e moldura da tampa de vidro devem ser cobertas com uma camada única e ininterrompida de feltro. Fixe o feltro com cola branca. (veja ilustração 5)
- 16 Agora falta ainda a tampa da caixa de madeira. Na hora do funcionamento do fogão solar ela serve como refletor que leva mais radiação para dentro da bacia do fogão. Quando o fogão está fora do funcionamento esta tampa protege o fogão contra sujeira, chuva e ruptura dos vidros. Sugero madeirite como material adequado. Corte a tampa no tamanho certo e monte-a com duas dobradiças no lado traseiro da caixa de madeira. Cuidado: Devido às fitas de feltro a moldura da tampa de vidro fica um pouco mais elevada que a beira da caixa de madeira!
- 17 A fixação do refletor será possível através de duas paletas de madeira, apontadas em ambos os lados e introduzidas em buracos furados na tampa e na beira da caixa, e dois cordões (veja ilustração 6). Cubra a face inferior da tampa com material reflexor. O material mais simples, leve e barato é uma folha de alumínio, colada com cola de contato. Mais eficaz seria um espelho de vidro, mas ele também é mais pesado e mais difícil a manusear. É também possível usar sucata de espelhos.

Ilustração 6



- h = vigas de madeira 2.5 cm x 2.5 cm
- i = paredes laterais de madeirite
- j = moldura da tampa de vidro
- m = esquadria de ferro
- n = alça
- o = Tampa da caixa com o lado inferior refletindo
- p = paleta de madeira apontada
- q = furos
- r = cordão amarrado na tampa e (com um prego) no lado da caixa de madeira

- 18 Para terminar, passe duas demãos de tinta óleo em todas as partes de madeira. Passe uma demão de tinta fosco-preta na bacia do fogão e nas faces exteriores das painéis e das tampas de painel. Caso que a tinta não segura, passe primeiro um papel de lixa na superfície.
- 19 Antes do primeiro uso do fogão solar com comidas é indispensável colocá-lo com as painéis vazias e sem tampa de vidro no sol durante vários dias ensolarados para deixar secar a tinta e deixar evaporar os solventes.

Manutenção periódica

- Para um bom funcionamento do fogão, a bacia do fogão, a tampa de vidro e o refletor da tampa da caixa têm de ser limpos.
- Quando a bacia do fogão, as painéis ou as tampas das painéis perdem o aspecto preto-fosca, é recomendável repetir de pintá-los. Retire primeiro os restos de tinta velha porque a tinta tem efeito isolador térmico que diminuirá a eficiência do fogão.
- O material de isolamento térmico na caixa de madeira perde uma parte do volume pelo peso e pelo uso frequente do fogão. Se uma cavidade é perceptível, abra a caixa no fundo e complemente o material.
- Se você percebe uma acumulação de vapor entre os vidros, fure dois buracos pequenos de ventilação nos lados opostos da moldura. Deixe passar o vento durante um dia ensolarado, depois feche os buracos com silicone.

Dicas para o uso

- „Ligar o fogão solar“ significa:
De manhã: Posicionar o fogão solar em direção do nascer do sol, abrir o refletor e colocá-lo na posição para que a luz solar caia na bacia antes do meio-dia.
De tarde: Posicionar o fogão solar em direção do pôr do sol, abrir o refletor e colocá-lo na posição para que a luz solar caia na bacia depois do meio-dia.
- „Desligar o fogão solar“ significa: Retirar as painéis, fechar o refletor, colocar o fogão solar num lugar protegido de chuva. Se é complicado pôr o fogão para dentro da casa ou o terraço, recomendo a construção de uma pequena garagem.
- Mesmo que o uso do fogão é previsto apenas de tarde, ele pode ser ligado – sem as painéis - desde a manhã. Assim ele já estará pre-aquecido na hora do preparo da refeição.

- Cuidado ao retirar a tampa de vidro: Coloque-a em um lugar protegido contra vento e crianças para não quebrá-la!
- Uso ideal: Coloque o fogão solar na posição certa de manhã, com as panelas e os ingredientes. Quando você abre a tampa na hora do almoço, a refeição está pronta!
- Para evitar acumulação de vapor de água na bacia do fogão ou entre os vidros, nunca use o fogão solar sem as tampas das panelas!

Receitas

Na internet há muitas receitas para o fogão solar. Veja aqui alguns exemplos:

- <https://fornosolar.wordpress.com/about/>
- <http://fogaosolar.net/dicasereceitas.html>
- <http://de.slideshare.net/LauraCanrio/receitas-forno-solar>
- <http://publicarparapartilhar.blogspot.ch/2008/06/feijo-vermelho-cozido-no-forno-solar.html>

Críticas, ideias, elogios, opiniões: cumaru@cumaru-pe.com.br

Este documento está gratuitamente disponível sob: www.cumaru-pe.com.br

Bruno Werner Kägi, 30.03.2015