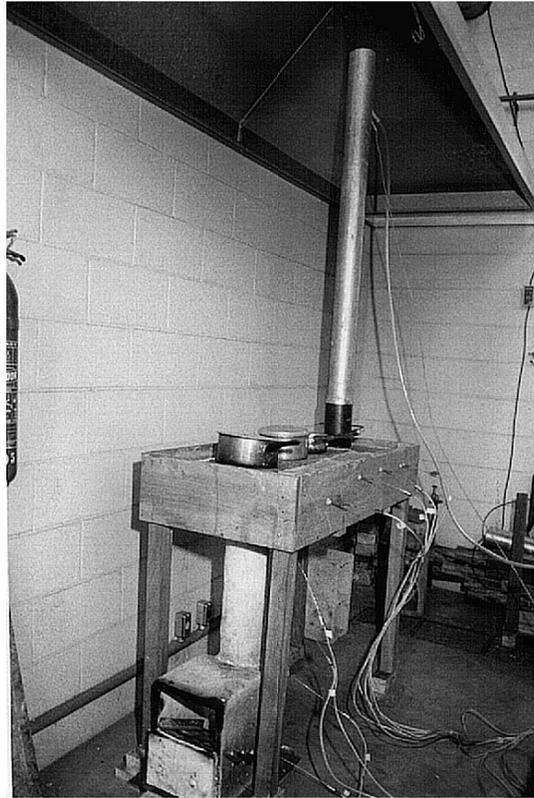


Fogão a Lenha de Combustão Limpa



A página está pesada! Demora para que todas as figuras cheguem! Tome um cafezinho, ou abra outra janela de navegação enquanto isso!

Esta página é a versão preliminar de um manual para a construção e uso de um fogão a lenha de combustão limpa. Pode ser constuído com os mesmos materiais que se utilizaria para construir um fogão a lenha típico paulista/mineiro, porém é mais eficiente, mais rápido ao aquecer as panelas, e produz menos fumaça, menos monóxido de carbono, e menos hidrocarbonetos não-queimados (aquela substância negra grudenta que se deposita no fundo das panelas)

Este fogão foi objeto de estudo de minha tese experimental de mestrado na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, orientada pelo prof. José Tomaz Vieira Pereira, durante os anos de 1991 a 1993. O trabalho foi motivado pelos níveis preocupantes de emissão de gases a que se sujeita um usuário de um fogão que produz muita fumaça. Dependendo do caso, a exposição aos gases do fogão a lenha equivalia a fumar vários maços de cigarro por dia.

O projeto teve continuidade com uma consultoria técnica a um assentamento localizado perto de

Manaus-AM, onde, em conjunto com o prof. Dr. Gilberto Martins, da UNIMEP, iniciamos um curso de confecção de fogões de queima limpa, em 1997. Este curso ainda está em andamento

Este manual tem por objetivo explicar os princípios de funcionamento de um fogão de queima limpa a ao público não-especializado. Portanto, havendo sugestões no sentido de tornar o manual mais acessível, por favor me escrevam!

Queima de lenha, saúde e meio ambiente

Depois da questão da melhoria da eficiência , o segundo ponto mais importante nas pesquisas sobre fogões a lenha tem sido a questão de reduzir a emissão de gases poluentes. Dentre os produtos da combustão normal, que é incompleta, a fumaça, o monóxido de carbono e as substâncias não-queimadas são muito nocivos à saúde humana.

A fumaça é responsável por obstruções pulmonares e doenças crônicas decorrentes, tais como bronquite crônica e *cor pulmonale*, um aumento do volume do coração, devido a obstruções no pulmão. As substâncias não-queimadas quando respiradas causam cânceres no sistema respiratório, particularmente no pulmão. O monóxido de carbono causa insuficiência respiratória devido a sua extrema afinidade com a hemoglobina, que transporta oxigênio para o resto do corpo. Obter combustão limpa de lenha é sinônimo de conseguir queimar a lenha completamente, fornecendo energia e oxigênio em abundância para isso.

O uso de lenha para cocção em uma propriedade rural que tenha sua própria reserva florestal não traz prejuízos representativos ao meio ambiente. Levando-se em conta a eficiência dos fogões a lenha tradicionais brasileiros, e também a densidade demográfica nas pequenas propriedades rurais, foram realizados trabalhos que comprovam o baixo impacto deste consumo sobre o meio ambiente. Somente utilizando resíduos vegetais (galhos secos, etc) é possível suprir esta demanda de lenha.

Quando se utiliza lenha ao invés de gás liquefeito de petróleo na cocção, está se evitando a emissão de carbono de origem fóssil para a atmosfera, que contribui para o aumento do efeito estufa.

Processo de queima convencional (não-limpa) .

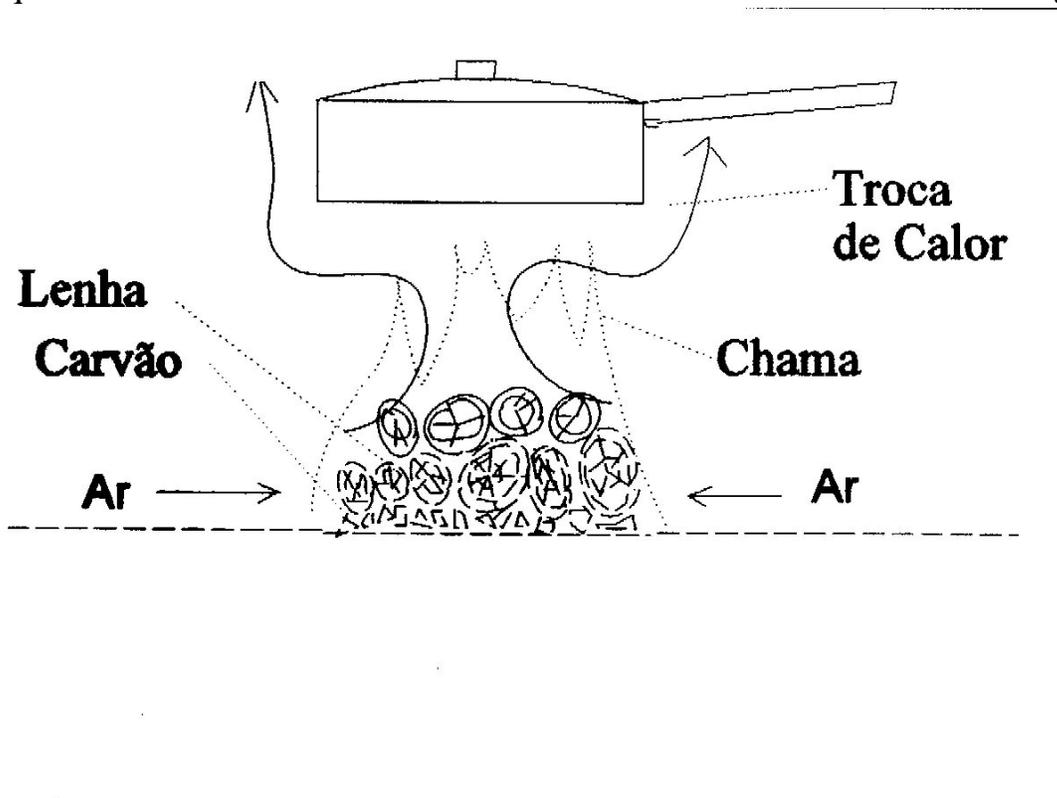
Na madeira existem quatro tipos de substâncias:

- Resinas, que irão se tornar gases inflamáveis.

- Fibras que se transformam em carvão ao serem aquecidas
- Água, presente na forma de umidade.
- Cinzas, que representam a parte da madeira que não reage com o oxigênio do ar

A madeira "seca" para ser utilizada como lenha costuma ter mais ou menos um décimo de seu peso em água. Do que sobra, aproximadamente 70 % do peso são resinas, 29% do peso é carvão, e 1% são cinzas. Em termos de energia, cerca de 60% da energia da madeira provém de suas resinas. Os 40% restante provém de seu carvão.

A queima de madeira da forma tradicional funciona mais ou menos da seguinte maneira:



Assim que uma nova carga de lenha é posta para queimar no fogão, quase toda a resina contida na lenha é vaporizada, gerando chamas fortes, mas este vapor de resina não se queima completamente. Os vapores de resina não queimados acabam sendo depositados nas paredes internas do fogão, na forma de alcatrão, ou no fundo das panelas, que é frio, e faz com que o vapor se condense em uma substância pegajosa ("picumã"), que se adere no fundo das panelas. O restante das resinas vaporizadas sai pela chaminé, junto com fumaça e monóxido de carbono, poluindo o meio ambiente.

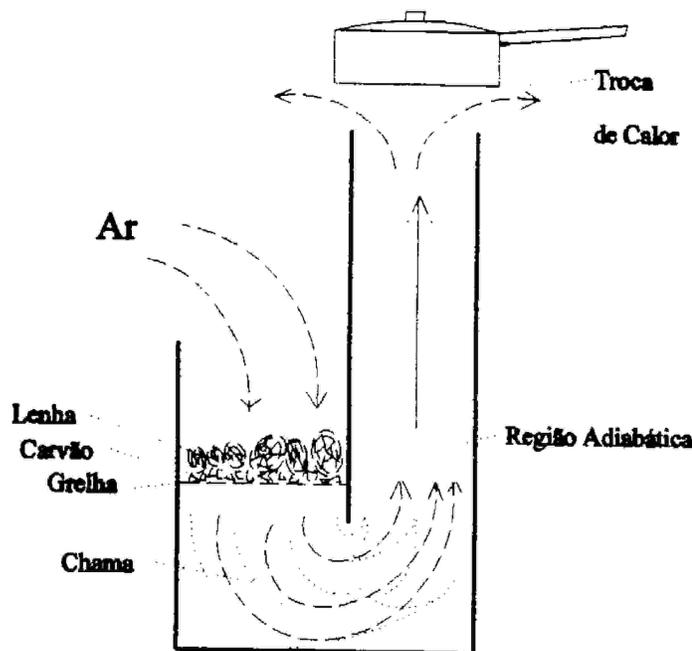
São estes os problemas que tornam a queima poluente:

- Não é possível fornecer oxigênio suficiente para queimar toda a resina vaporizada, se a liberação dela é muito forte no início
- Não existe tempo para que toda a resina vaporizada reaja quimicamente com o ar
- As panelas logo acima da chama roubam energia para que toda a reação química aconteça.

(Apesar de fogo produzir calor, são necessárias calorias para produzir o próprio fogo)

Processo de queima limpa

No processo de queima limpa, pequenas modificações no formato da forminha resolvem os problemas que descrevemos anteriormente:

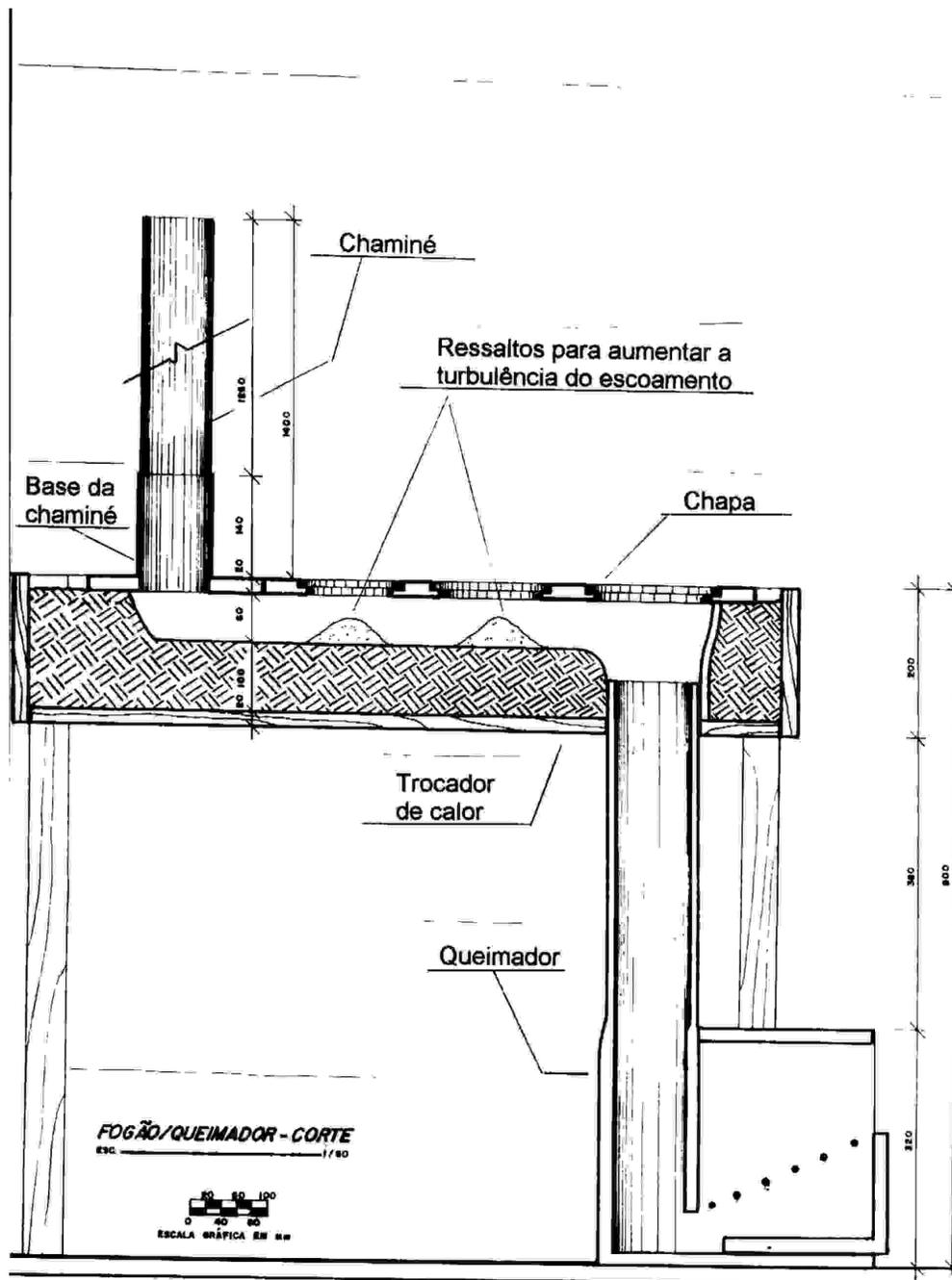


Através da utilização de uma pequena grelha e uma chaminé que puxa o ar, cria-se um fluxo de ar que vai de cima para baixo na lenha. Isto faz com que a chama se forme de cabeça para baixo. As modificações decorrentes deste novo formato são que:

- O fogo não se forma entre cada pedaço de lenha, mas abaixo deles. Isto faz com que os pedaços de lenha não se aqueçam demais logo no começo do processo, e a liberação de resinas evaporadas seja mais dosada ao longo de toda a queima.
- A distância entre a chama e a panela evita que haja 'roubo' de calor pela panela enquanto a chama (que são gases em reação) ainda precisar destas calorias.
- O mesmo duto que distancia a lenha das panelas é um espaço em que os gases tem a chance de reagirem completamente com o ar

O fogão de queima limpa

Nas figuras que seguem, pode-se observar um fogão que foi projetado utilizando o princípio da queima limpa.



Observando o desenho do fogão, podemos observar diversos componentes:

O **queimador** de lenha que funciona próximo ao solo, onde se deposita a lenha na **grelha**, pela **boca de alimentação**. É feito em cerâmica, e dele sai a **primeira chaminé**, levando os gases quentes da combustão a um **trocador de calor**. Este trata-se de um jirau de madeira preenchido com terra recoberta por argila, onde é cavado um **canal** (por onde os gases da combustão passam), em que existem **ressaltos** removíveis para se aumentar a turbulência dos gases sob as painelas. Uma chapa, feita em ferro fundido, onde existem furos sobre os quais se apoiam as **panelas** é apoiada sobre o canal. Havendo a troca de calor dos gases com as painelas, estes são retirados através da **segunda chaminé**, que está apoiada em uma **base** feita em aço.

Construção do Fogão

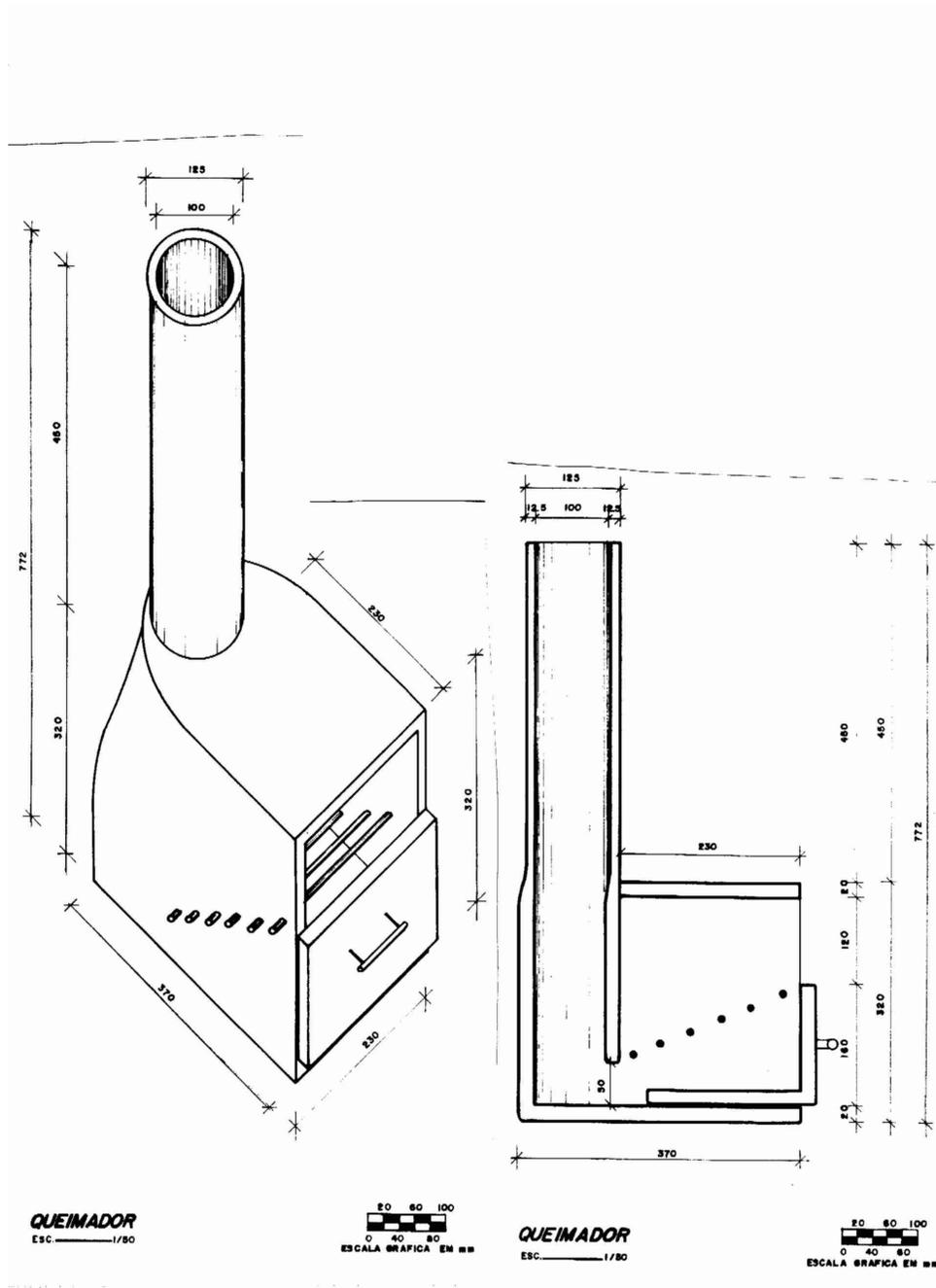
Materiais necessários:

Para se construir um fogão a lenha de queima limpa não é necessário dispor de materiais que sejam diferentes daquilo que se usa para construir um fogão a lenha convencional. Portanto pode-se utilizar a mesma chapa de ferro fundido munida de bocas e tampas

A seguir se fornece a "receita" para a construção do fogão desse fogão que apresentamos o desenho aí em cima. Foi esse o fogão que eu testei durante a minha tese de mestrado. Ele é construído assim de forma a não necessitar de tijolos, que é um material que quem mora em casa de pau a pique não tem.

de um fogão a lenha sem a necessidade de tijolos. Em contrapartida é necessário o uso de barro de boa qualidade para a confecção das diversas partes do fogão. Um protótipo construído segundo esta receita foi ensaiado durante a minha tese de mestrado, apresentando excelente desempenho.

Queimador



O queimador é a peça que necessita de mais tempo para ser construída, no fogão de queima limpa. Como ocorrem altas temperaturas, ele deve ser construído em cerâmica (barro queimado) . Pode-se construir o queimador com argila aditivada com cinza de casca de Caraipé, ou com chamote, um pó que se consegue em cerâmicas. Queima-se casca de Caraipé em quantidade suficiente para ser misturada com argila seca e peneirada, na razão de 1:10 em volume. Adiciona-se água a tal mistura, fazendo assim uma massa, que deve-se torná-la de consistência uniforme mexendo-a, ainda enquanto úmida. Com a massa um pouco mais seca do que quando preparada, moldam-se as diversas placas e tubos que irão ser as paredes e chaminé do queimador, assim como o seu fundo. A chaminé pode ser moldada em torno de um cano de PVC branco de 100mm.

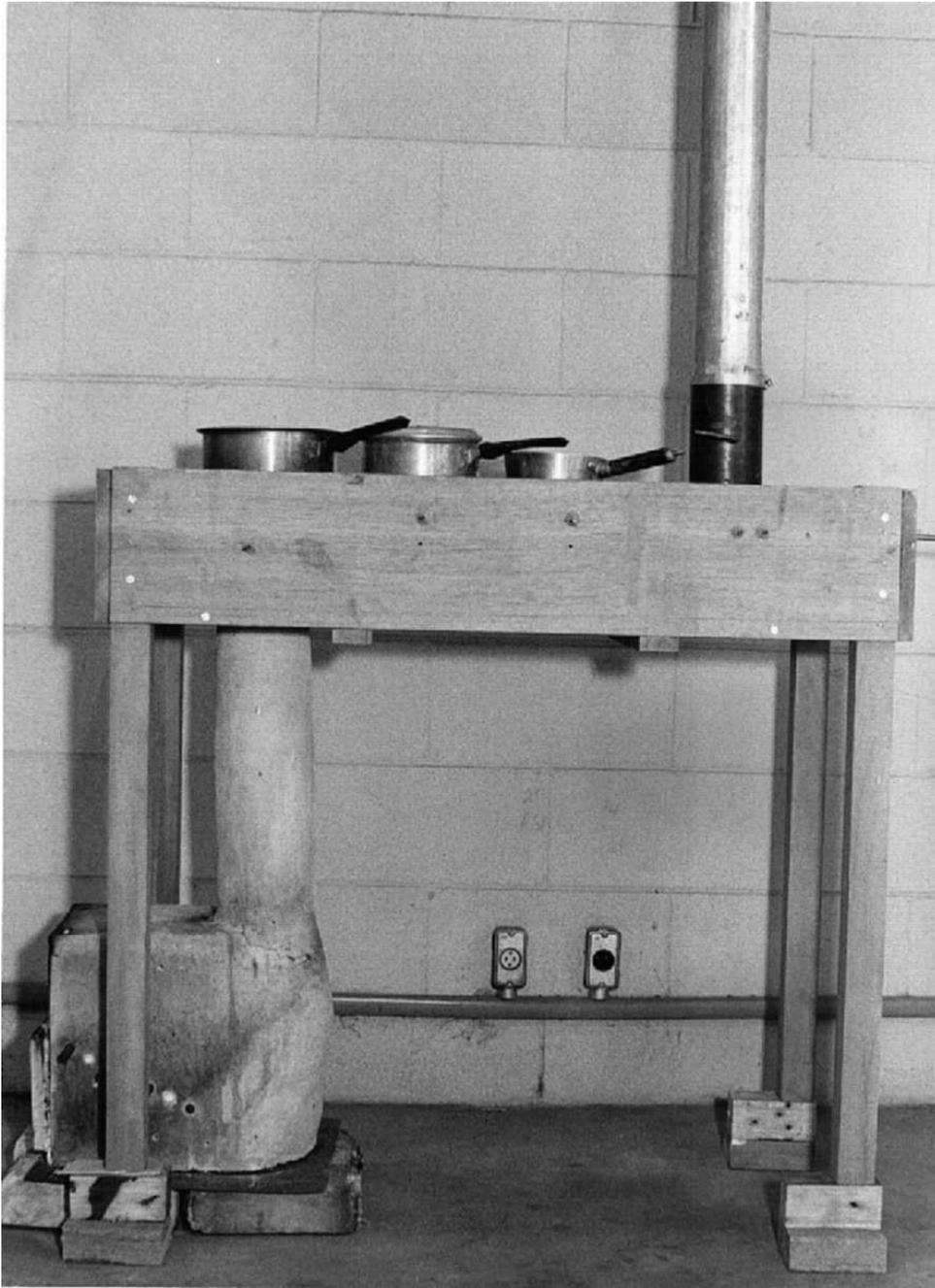
Depois que as placas adquirirem dureza suficiente para serem sustentadas em pé sobre uma mesa sem se deformarem, devem ser coladas, através de um processo normalmente utilizado por ceramistas: deve-se umedecer e amolecer (com o auxílio de um palito de madeira) as extremidades a serem unidas, até que



Pode-se construir o trocador de calor em madeira de boa qualidade , segundo as dimensões que podem ser observadas nas figuras anteriores A união das peças de madeira pode ser feita através de parafusos auto-tarrachantes, ou com prego. Tapando a abertura existente no seu fundo para o acoplamento do queimador, preenche-se o Jirau com terra de barranco , até aproximadamente 4 cm da boca superior. Escavando-se na terra molda-se o perfil do canal que passará por debaixo da chapa.

Através de uma mistura de argila, cerâmica refratária moída (chamote) e açúcar na proporção de 6:1:1, respectivamente, faz-se uma massa (misturando-se com água até o ponto desejado) para cobrir a superfície de terra aparente. Sobre esta massa ainda úmida "carimba-se" o formato inferior da chapa sobre o canal, obtendo-se assim um encaixe uniforme. O mesmo se fez com a base da chaminé, peça construída em aço, descrita na **figura 3-3**. Com a chapa e a base da chaminé encaixadas deixou-se esta massa secar durante alguns dias, durante os quais são necessários reparos diários nas rachaduras que se formam devido à retração da massa por secagem.

Utilizando o fogão a lenha.



Depois de encaixado o queimador no trocador de calor está montado o fogão a lenha. De início deve-se acender um fogo brando na fornalha do queimador, para que o processo de secagem da massa do jirau se dê por completo. Após esta fase inicial de secagem o fogão estará pronto para ser utilizado.

A madeira que for ser utilizada no fogão deve estar madura. A madeira verde possui uma quantidade de água excessiva, o que prejudica o funcionamento do fogão.

A maneira mais correta de se alimentar o fogão de queima limpa é utilizando-se de pequenas cargas em pequenos intervalos de tempo. Cada fogão construído terá a sua característica de alimentação própria. O cozinheiro poderá identificar que há um regime alimentação que dá o fogo alto, e outro que dá o fogo baixo. Se o limite do fogo alto for ultrapassado, o fogão começará a produzir fumaça, que é sinal de que combustível está sendo perdido. Se o limite do fogo baixo for ultrapassado, as cargas de lenha não pegarão fogo de forma espontânea.

. A frequência de alimentação ideal para este protótipo está entre 10 e 15 minutos, e a massa ideal de cada carga de alimentação é por volta de meio quilo.

Quer construir?

A quem deseja construir este fogão, as figuras aqui apresentadas podem ser ampliadas, pois estão em uma resolução fina. Salve individualmente cada figura (existe esta opção no Netscape, utilizando o botão direito do mouse), e utilize um editor de imagens (Photoshop, Photostyler, etc) para imprimi-las em tamanho grande. Necessitando ajuda para a construção do fogão, escreva-me.

[Volta à página principal](#)