































## ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

### 1. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA FORNOS-FORNALHA

#### 1.1. Preparo do terreno

O local destinado para construção do sistema fornos-fornalha deve ser uma área plana, devendo-se antes de iniciar a construção, realizar o nivelamento do solo. Posteriormente, realiza-se a marcação de toda a área a ser destinada para a construção do sistema fornos-fornalha, além da área destinada ao estoque de madeira e carvão vegetal.

Para que enxurradas não atinjam os fornos, recomenda-se que sejam feitas canaletas ao redor da unidade de produção de carvão vegetal.

O terreno deve ser bem aplainado, compactado, encascalhado ou possuir inclinação para escoamento da água das chuvas.

#### 1.2. Descrição geral do sistema fornos-fornalha

O sistema fornos-fornalha a ser construído consiste em quatro fornos circulares de superfície com diâmetro de 3 m, interligados a uma fornalha central para queima dos gases da carbonização, sendo todo o sistema construído com tijolos maciços (barro queimado). Optou-se por esse tipo de forno, devido seu baixo custo, facilidade de construção e operação, além de ser bastante difundido entre os produtores de carvão vegetal.

Esse conjunto de quatro fornos acoplados a fornalha pode ser replicado de acordo com a demanda de produção, seguindo-se um layout adequado, ou seja, deve-se respeitar uma distância mínima entre os conjuntos, de modo que seja possível o acesso do operador de fornos às fornalhas.

#### 1.3. Materiais Necessários para construção dos fornos e dutos

Na Tabela 1 é apresentada a relação dos materiais necessários para a construção dos fornos.

**Tabela 1.** Materiais necessários para construção do fornos e dutos.

MATERIAIS	QUANTIDADE E DIMENSÕES	FINALIDADE
Tijolo maciço de barro queimado (5 x 10 x 20 cm)	12.000 tijolos	Construção dos fornos e dutos
Gabarito da parede do forno	1 barra de ferro 3/8 de 2 m de comprimento	Construção da base do forno

Gabarito para porta forno	2 tabuas de 1,5 m de comprimento e 20 cm de largura; 1 Tabua de 70 cm de comprimento e 20 cm de largura; 1 tabua de 90 cm de comprimento e 20 cm de largura	Marcação da porta do forno
Gabarito forno copa	1 tabua de 2,3 m de comprimento, 5 cm de largura e 2 cm de espessura	Construção da copa do forno
Cinta metálica	4 chapas de 1" de largura; 3 mm de espessura e 10 m de comprimento	Evitar a expansão dos fornos
Barra de ferro rosqueada (3/8" de diâmetro)	4 barras de ferro rosqueada 3/8 de 40 cm de comprimento e 8 porcas	Travamento da cinta dos fornos
Cantoneira ou barra de ferro tipo U	4 cantoneiras de 1 m de comprimento 12 cm de largura e 5 cm de altura	Suporte da cúpula do forno sobre o vão da porta
Chapa metálica	4 chapas de 40 cm de comprimento por 20 cm de largura	Suporte da saída de gases do forno para o duto
Chapa metálica	4 chapas 35 cm largura por 50 cm de comprimento	Fechamento do forno
Chapa metálica	4 chapas 65 cm largura por 50 cm de comprimento; e 1 chapa 29 cm largura por 37 cm de comprimento	Controle da vazão de saída de gases dos fornos
Cantoneira	4 de 30 cm de largura por 50 cm de comprimento	Fechamento do forno
Solo argiloso e água	20 m <sup>3</sup> de solo argiloso	Confecção da argamassa para assentamento dos tijolos e barrelamento
Cilindros metálicos	32 (16 com tampa) de 25 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro interno e 1 mm de espessura	Comunicação entre a parte interna do forno para medição de temperatura
Cilindros metálicos	4 (1 por duto) de 25 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro interno e	Medição de temperatura da saída dos gases da carbonização

### 1.3.1. Construção dos fornos

Para a marcação da base, levantamento das paredes e da cúpula dos fornos utiliza-se um gabarito (cintel) de madeira ou outro material. Para a confecção do cintel serão necessárias duas hastes, uma será a haste central (altura de 2 m) e outro demarcará o raio do forno, haste lateral (comprimento: 1,5 m).

Após a confecção do cintel, inicia-se a marcação e a construção dos fornos de acordo com a sequência abaixo:

- a)** Acompanhando a marcação de tijolos feita sob o solo, realiza-se a construção da base das paredes do forno com o assentamento de uma fileira de tijolos com argamassa.
- b)** Sobre a base deve ser construída a parede em camadas simples de tijolo de barro (10 cm), porém próximo à porta, a parede é construída em camada dupla (20 cm).
- c)** Na parte inferior do forno são deixadas seis aberturas (“tatus”), sendo três de cada lado do forno de 12 por 12 cm, para entrada de ar e controle da carbonização.
- d)** A porta do forno consiste em uma abertura de formato trapezoidal: com base maior de 90 cm, base menor de 80 cm e altura de 150 cm. Pode ser feito também um gabarito de madeira nestas dimensões para facilitar a construção.
- e)** Na direção oposta da porta, uma abertura de 30 x 30 cm é deixada para a saída dos gases gerados durante a carbonização.
- f)** Finalizada a construção das paredes do forno, cobre-se a abertura da porta com uma cantoneira metálica em forma de “U” para auxiliar no suporte da cúpula.
- g)** Inicia-se a construção da cúpula do forno, sendo os tijolos da parede e da cúpula colocados com as juntas desencontradas. Após a deposição das primeiras camadas de tijolos da cúpula, instala-se, externamente ao forno, a cinta metálica unida por roscas e porcas. A cinta é instalada para dar reforço ao forno.
- h)** Externamente ao forno, na saída de gases para o duto será instalada uma cantoneira de 30 x 50 cm para encaixe de uma guilhotina feita de chapa de ferro com 35 x 50 cm e 3 mm de espessura para vedação do forno durante o resfriamento. Será feito também uma chapa de 65 x 50 cm e 3 mm de espessura e conectado ao seu centro com auxílio de uma barra de ferro 3/8 uma outra chapa de 30 x 37 disposta na vertical, cuja função é o controle da vazão de saída dos gases através da sua movimentação durante a carbonização.
- i)** Após o término da construção do forno, deve ser feito o “barrelamento”, ou seja, aplicar uma mistura de água e solo argiloso sobre o forno, numa textura bem fina para que a mesma permaneça aderida ao forno depois de seca.

## 1.4. Construção da Fornalha

### 1.4.1. Descrição

A fornalha será desenvolvida com objetivo de atender os pequenos produtores de carvão vegetal, logo, será projetada de modo que permita fácil construção, utilizando materiais de fácil acesso e baratos, podendo ser acoplada em fornos “rabo-quente”, fornos de superfície e de “encosta”, desde que tenham um único ponto de tiragem dos gases. Além disso, a mesma é de fácil operação e manutenção e possui baixo consumo de material combustível.

A fornalha será construída em alvenaria, sendo composta de um sistema de alimentação dos gases (interligado aos fornos por meio de dutos), câmara de combustão, sistema de admissão de ar primário e chaminé.

### 1.4.2. Materiais para construção da fornalha

Na Tabela 2 é apresentada a relação dos materiais necessários para a construção da fornalha.

**Tabela 2.** Materiais necessários para construção da Fornalha.

MATERIAIS	QUANTIDADE E DIMENSÕES	FINALIDADE
Tijolo maciço de barro queimado (5 x 10 x 20 cm)	1350 tijolos	Construção da base da fornalha; câmara de combustão e chaminé
Gabarito de madeira	Dimensão de 32,5 cm de raio e uma haste de ferro de 1 m de comprimento para suporte do gabarito	Construção da base da fornalha
Solo argiloso e água	4 m <sup>3</sup>	Confecção da argamassa para assentamento dos tijolos
Cinta metálica	3 chapas de 1” de largura; 3 mm de espessura e 3,30 m de comprimento	Evitar a expansão da fornalha
Barra de ferro rosqueada (3/8" de diâmetro)	3 barras de ferro rosqueada 3/8 de 60 cm de comprimento e 12 porcas	Travamento das cintas da fornalha
Porta metálica para a fornalha	chapa de 40 cm de comprimento e 30 de largura	Abastecimento do combustível auxiliar
Cantoneira	1 de 30 cm de largura por 40 cm de comprimento	Fechamento da porta da fornalha
Manta cerâmica	densidade de 160 kg/m <sup>3</sup> , comprimento de 3,81 m,	Isolamento térmico da fornalha

	espessura de 5 cm e 0,61 m de largura (total de 4 caixas)	
--	-----------------------------------------------------------	--

### **1.4.3. Construção da fornalha**

Após a confecção do gabarito, inicia-se a marcação e a construção dos fornos da fornalha de acordo com a sequência abaixo:

- a) A construção da fornalha de formato circular, com diâmetro interno de 75 cm (dimensão do cintel é de 37,5 cm de raio), inicia-se com a marcação da base e a partir desta, realiza-se a construção das paredes com camadas duplas de tijolos (20 cm) até a altura total (1m).
  
- b) A câmara de combustão apresenta duas aberturas, sendo uma ao nível do solo para admissão de ar e cinzeiro e a outra para alimentação de combustível auxiliar (resíduos), sendo esta última localizada a 5 cm do solo. As dimensões tanto da entrada de ar auxiliar quanto da alimentação da câmara de combustão por resíduos são respectivamente, 15 por 15 cm e 40 por 30 cm.
  
- c) O estrangulamento da câmara de combustão exerce uma importante função no processo de queima dos gases, pois ela faz com que os mesmos sejam mantidos na câmara de combustão pelo tempo necessário para sua combustão, tornando a fornalha mais eficiente.
  
- d) A chaminé foi construída em formato circular sobre a câmara de combustão e no mesmo sentido ao fluxo dos gases. O diâmetro interno da chaminé com a manta de fibra cerâmica é de 55 cm e sua altura total é de 4 m. Como há uma grande variação das dimensões dos fornos, aconselha-se realizar testes com a altura da chaminé, que por sua vez é diretamente proporcional ao potencial de tiragem dos gases.