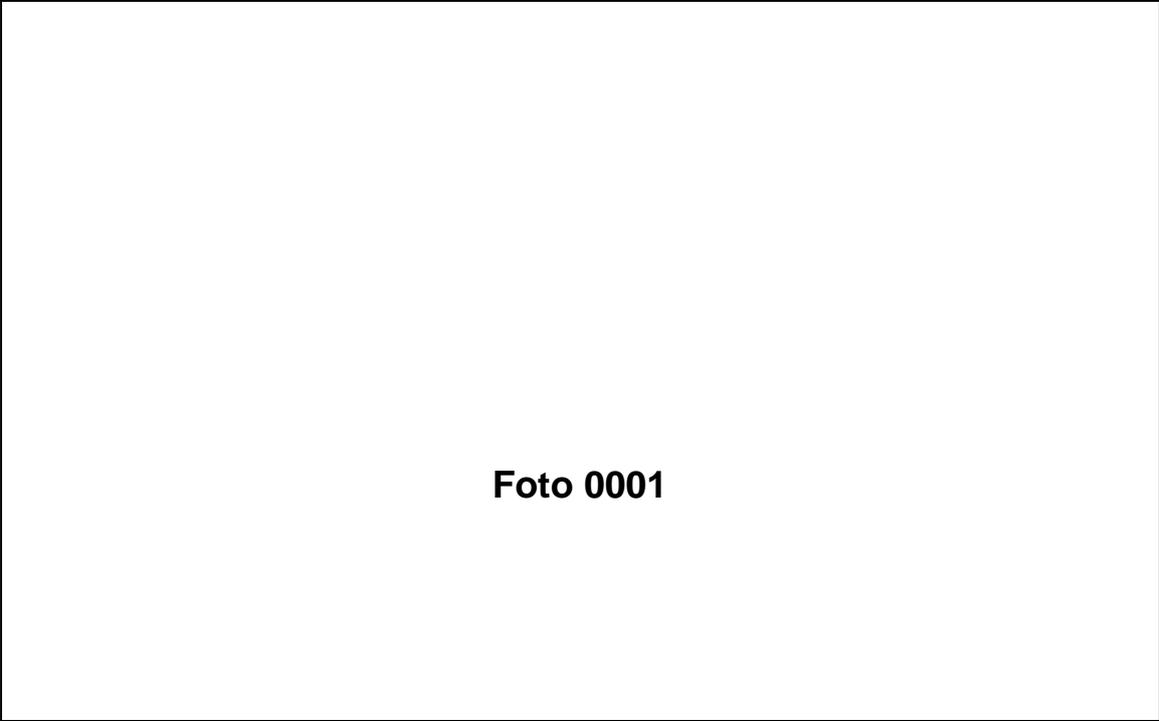


**“PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CARVÃO VEGETAL”**

**CARTILHA**

**CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA**

**FORNOS - FORNALHA**



**Foto 0001**

**BELO HORIZONTE**

**2018**

**PROJETO: “PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CARVÃO  
VEGETAL PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA”**

**PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO – PNUD**

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA**

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E  
COMUNICAÇÕES – MCTIC**

**MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS – MDIC**

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO – MAPA**

**GOVERNO DE MINAS GERAIS**

**FUNDO GLOBAL DO MEIO AMBIENTE - GEF**

**ENTIDADES DE APOIO ENVOLVIDAS:**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**SISTEMA FAEMG/SENAR**

**INAES**

**EMATER**

**SEBRAE**

**POLO DE EXCELÊNCIA EM FLORESTA**

**UNIVERSIDADE DE LAVRAS**

## “CONSTRUÇÃO DO SISTEMA Fornos - FORNALHA”



## “OPERAÇÃO DO SISTEMA Fornos - FORNALHA”

Foto 0021



Copyright©2018 by PNUD, UFV e SISTEMA FAEMG / SENAR

**“Produção Sustentável de Carvão Vegetal”  
Construção e Operação do Sistema Fornos - Fornalha**

**PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV)  
SISTEMA FAEMG / SENAR**

**COORDENAÇÃO TÉCNICA**

ANGELICA DE CASSIA OLIVEIRA CARNEIRO - UFV

**COORDENAÇÃO METODOLÓGICA E REDAÇÃO**

ROSA MARIA DE REZENDE MAFRA - Consultora Autônoma

**CONSULTORIA TÉCNICA**

DANILO BARROS DONATO – UFV

**APOIO TÉCNICO**

SÁLVIO TEIXEIRA RODRIGUES - UFV

**APOIO LOGÍSTICO**

HARRISSON BELICO COELHO - SENAR – ARMG  
CARLA GONÇALVES DOS SANTOS - SENAR – ARMG

**FOTOGRAFIA**

MATEUS MENDES-PNUD

Oliveira Carneiro, Angélica de Cássia

Produção Sustentável de Carvão Vegetal / Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Danilo Barros Donato  
Brasília: PNUD, 2018. ... f. : il.

1. Carvão vegetal - produção. 2. Queimadores de gás. 3. Gases de efeito estufa. I. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. II Universidade Federal de Viçosa (UFV). III Sistema FAEMG / SENAR.

CDU 662.6



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>I - IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NO BRASIL</b>	<b>13</b>
1. UTILIZAÇÃO DO CARVÃO VEGETAL NO BRASIL	13
2. EXIGÊNCIAS DA LEGISLAÇÃO FLORESTAL MINEIRA PARA A PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL	16
<b>II- SISTEMA FORNOS- FORNALHA</b>	<b>19</b>
1. SAIBA COMO FUNCIONA O SISTEMA FORNOS – FORNALHA	19
2. FUNCIONAMENTO DA FORNALHA E DOS SEUS COMPONENTES	19
<b>III- MONTAGEM DA UNIDADE PRODUTORA DE CARVÃO VEGETAL COMPOSTA DE FORNOS - FORNALHA</b>	<b>21</b>
1. CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA	21
2. MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS FORNOS E DUTOS	22
3. MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DA FORNALHA	25
4. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA	27
5. CONSTRUÇÃO DAS BASES DOS DUTOS	34
6. CONSTRUÇÃO DA FORNALHA	34
7. CONSTRUÇÃO DOS DUTOS	40
8. LIMPEZA GERAL NO SISTEMA FORNOS – FORNALHA	43
9. CURA DOS FORNOS E DA FORNALHA	44
<b>IV- CONDUÇÃO DA CARBONIZAÇÃO NO “SISTEMA FORNOS - FORNALHA”</b>	<b>45</b>
1. FATORES RESPONSÁVEIS PELO BOM RENDIMENTO E QUALIDADE DO CARVÃO	45
2. OPERAÇÃO DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA	46
3. CONTROLE DA CARBONIZAÇÃO NO SISTEMA FORNOS - FORNALHA	50
4. DESCARREGAMENTO DO FORNO	54
LEMBRETES	57
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>59</b>
<b>ANOTAÇÕES</b>	<b>60</b>



## **APRESENTAÇÃO**

### **CARTILHA DE PRODUÇÃO DE CARVÃO SUSTENTÁVEL**

O Projeto Siderurgia Sustentável foi criado para incentivar a redução de emissões de gases de efeito estufa na siderurgia brasileira. Para atingir seu objetivo, busca o desenvolvimento e a demonstração de tecnologias e processos sustentáveis para a produção e uso de carvão vegetal na indústria de aço, ferro - gusa e ferroligas, de forma mais competitiva, no contexto de uma economia de baixo carbono e, assim, colabora para a preservação ambiental e o desenvolvimento da capacidade humana.

O Projeto Siderurgia Sustentável é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com coordenação técnica do Ministério do Meio Ambiente (MMA), sendo executado em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Governo de Minas Gerais. O Projeto conta com recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF).

Esta Cartilha faz parte dos esforços do Projeto Siderurgia Sustentável para incentivar a adoção de tecnologias produtivas mais limpas e eficientes, e também capacitar produtores, para a produção sustentável de carvão vegetal. Com isso, espera-se não apenas reduzir emissões de gases de efeito estufa na cadeia produtiva da siderurgia, mas também, aumentar a viabilidade do negócio, melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e diversificar a produção no setor rural.



## INTRODUÇÃO

Esta Cartilha é destinada a você, prezado (a) leitor (a), seja produtor (a) de carvão vegetal ou Empresário (a) que se interessa pela produção de carvão vegetal. Ela contém informações importantes sobre a **Produção Sustentável de Carvão Vegetal**.

A partir das informações contidas na cartilha, você vai descobrir que é possível diminuir e até eliminar os gases poluentes que são produzidos durante o processo de carbonização da madeira.

As informações importantes que constam na cartilha tratam da tecnologia a ser aplicada para **construir e operar o Sistema Fornos - Fornalha, na carbonização da madeira e na queima dos gases resultantes do processo**.

Esta cartilha contém ensinamentos sobre a construção e a operação do sistema fornos – fornalha.

Este processo de carbonização da madeira que você passa a conhecer, visando a Produção Sustentável de Carvão Vegetal serve de exemplo para muitos produtores rurais que possuem áreas de florestas plantadas.

A tecnologia de produção é fruto de pesquisa da Universidade Federal de Viçosa que projetou o “Sistema Fornos - Fornalha” que agora é oferecido aos pequenos e médios produtores rurais, trazendo ganhos de rendimento, além de produzir **um carvão de maior qualidade, sem prejudicar a saúde de quem opera o forno e sem poluir o Meio Ambiente**.

A cartilha se torna assim, um material útil para futuras consultas, em caso de dúvida ou, para reforço da sua aprendizagem, sensibilizando você de tal modo, que se sinta motivado a ler e pesquisar mais, sobre o assunto.



## I – IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL PARA O BRASIL

Atualmente, o Brasil é considerado o maior produtor de carvão vegetal do mundo.

Em 2016 o Brasil produziu 4,5 milhões de toneladas de carvão vegetal. Do total produzido, 84% são oriundos de florestas plantadas.

O carvão corresponde a uma parcela importante da economia brasileira, assim como, da economia de Minas Gerais, que é o principal estado produtor e consumidor do carvão vegetal, no Brasil.

### 1. UTILIZAÇÃO DO CARVÃO VEGETAL NO BRASIL

**O carvão vegetal tem sido utilizado, principalmente pela Siderurgia Brasileira, como matéria - prima**, na fabricação do ferro - gusa, do aço e de várias ligas metálicas.

Além do uso na siderurgia, utiliza-se o carvão vegetal:

- **em ambientes residenciais e outros**, para a cocção e o aquecimento;
- **em outras indústrias**, tais como: indústria química; produção de cimentos, de cerâmicas e de alimentos.

#### 1.1. IDENTIFIQUE AS VANTAGENS NO USO DO CARVÃO VEGETAL, EM COMPARAÇÃO COM O USO DO CARVÃO MINERAL

O uso do carvão vegetal é mais vantajoso que o uso do carvão mineral, por dois motivos:

- Possui alto teor de pureza;
- É um recurso que se renova.

#### 1.2. CONHEÇA OS FATORES QUE PODEM AFETAR A QUALIDADE DO CARVÃO VEGETAL

Dentre os fatores que podem afetar a qualidade do carvão vegetal estão:

- A qualidade da matéria - prima (madeira);
- As dimensões da madeira (diâmetro e comprimento);
- **O tipo e o estado de conservação do forno;**
- A maneira de conduzir o processo, ou seja, os parâmetros para a correta carbonização (temperatura do forno, taxa de aquecimento e pressão).

##### 1.2.1. Saiba como avaliar a qualidade da madeira

Avalia-se a qualidade da madeira, principalmente, pela sua **densidade básica**, pelo **teor de umidade** e pela **composição química**.

**A) Saiba como a densidade da madeira interfere na qualidade do carvão**

Madeiras mais densas produzirão carvão mais denso, ou seja, com mais massa, considerado um carvão de qualidade, que é comercializado não só pelo volume, mas também pelo peso.	Foto 0158 de peças de madeira cortadas
--	---

**B) Entenda o que seja “teor de umidade da madeira”**

O **teor de umidade** é a relação existente entre a massa de água e a massa de madeira seca contidas na peça de madeira

O ideal é que o teor de umidade da madeira a ser carbonizada esteja em torno de 30 a 40%. Madeira com umidade acima deste valor é considerada “verde”, não sendo recomendada para a produção de carvão vegetal, pois afeta o rendimento gravimétrico e a qualidade do carvão.

<b>ATENÇÃO:</b> As toras devem secar, empilhadas, ao ar livre, durante 90 a 150 dias. Assim, ficarão prontas, para serem carbonizadas, transformando-se em carvão de qualidade.	Foto 0159
--	-----------

**C) Conheça os fatores que podem interferir na secagem da madeira, ao ar livre**

Dentre os fatores que podem interferir (favorecendo ou dificultando) a secagem da madeira ao ar livre, estão:

- As condições do local onde a madeira permanece secando.
- A temperatura ambiente, a velocidade e a umidade relativa do ar.
- O diâmetro da madeira.
- O percentual de cerne / alburno.

**D) Conheça as recomendações sobre o comprimento e o diâmetro das peças de madeira a carbonizar**

<b>Comprimento das peças:</b> Para caber no forno, as peças de madeira devem ter comprimento compatível com a altura da parede do forno.	Foto 0165
--	-----------

<b>Diâmetro das peças:</b> O diâmetro ideal das peças deve estar entre 8 e 20 centímetros. Acima de 20 cm, seu manuseio é difícil e o carvão produzido é quebradiço.	Foto 9866
--	-----------

**ATENÇÃO para com o Diâmetro das peças:**

Peças com diâmetro maior que 20 cm são pesadas e difíceis de manusear.

Peças com diâmetro menor que 8 cm, dificultam o arranjo dentro do forno, aumentando assim, o tempo gasto para o carregamento e, conseqüentemente, o custo da mão de obra, por isso devem ter outra destinação.

**1.2.2. Conheça a composição química da madeira**

Quimicamente, a madeira é composta de Celulose, Hemiceluloses, Lignina, Extrativos e Cinzas.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DA MADEIRA DE FOLHOSA	
Constituintes do EUCALIPTO	Percentual
Celulose	46%
Hemiceluloses	23%
Lignina Total	27%
Extrativos Totais	3,5%
Cinzas	0,5%

**ATENÇÃO:**

A Lignina é um dos componentes da madeira de fundamental importância para a produção de carvão vegetal.

Madeiras com maior teor de lignina resultarão em maior rendimento de carvão.

**1.2.3. Saiba quais são os elementos químicos fundamentais que estão presentes na madeira e, em que proporções**

- Carbono = 50%
- Oxigênio = 44%
- Hidrogênio = 5,9%
- Nitrogênio = 0,1%

**Fonte: Cartilha “Produção Sustentável de Carvão Vegetal”  
1ª edição, Sociedade de Investigações Florestais,  
Viçosa, MG, 2013.**

## 2. EXIGÊNCIAS DA LEGISLAÇÃO FLORESTAL MINEIRA PARA A PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL

As **Leis: 10.561 de 1991 e 20.922 de 2.013** contêm orientações e exigências referentes à produção de carvão vegetal, no Brasil, tais como:

- Licenciamento Ambiental para instalação, produção e comercialização de carvão vegetal, por uma unidade produtora;
- Alvará de Funcionamento da unidade produtora;
- Documento de Corte e Comercialização (DCC), dentre outros.

### 2.1. SAIBA O QUE É NECESSÁRIO PARA A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CARVÃO

As exigências para uma infra – estrutura básica de produção de carvão são:

- **Instalações para trabalhadores:** alojamento, refeitório com água potável e sanitário (s).
- **Instalações operacionais:** compartimento para ferramentas, EPI e outros materiais;
- **Áreas apropriadas para o estoque** da madeira cortada e do carvão produzido.

### 2.2. CONHEÇA OS CUIDADOS GERAIS COM SEGURANÇA

De modo geral, **esses** cuidados se referem à **segurança pessoal e relacionada a terceiros**.

**A segurança pessoal requer treinamentos específicos**, feitos previamente pelos trabalhadores, antes que comecem a trabalhar na Unidade de Produção.

Nos treinamentos os trabalhadores aprendem a usar corretamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e a lidar com tudo que acarrete riscos à saúde pessoal e de terceiros, ou seja: **ferramentas, máquinas, eletricidade, fogo, animais etc.**

#### 2.2.1. Entenda o que seja segurança de terceiros no ambiente de trabalho

**A segurança** de terceiros se resume a evitar a presença de crianças e de demais pessoas estranhas ao trabalho, nos locais de risco.

Foto de trabalhadores com capacete etc  
foto no início (pessoal da UFV + instrutores observando)

**2.2.2. Conheça os EPI a serem usados pelo trabalhador na Unidade de Produção de Carvão**

LUVAS DE BORRACHA	LUVAS DE VAQUETA	PROTETOR AUDITIVO	ÓCULOS DE SEGURANÇA
0299	0348		0436

MÁSCARA DE SEGURANÇA	CAPACETE	BOTINAS DE SEGURANÇA	PERNEIRAS
0474	0277	0618	0386

**2.2.3. Verifique, na planilha, os EPI a serem usados obrigatoriamente, conforme as atividades de trabalho na Unidade de Produção**

ATIVIDADES DE TRABALHO	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
- Construção do sistema. - Fechamento do forno.	Luvas de borracha, capacete e botinas de segurança.
- Preparo da madeira (corte e armazenamento).	Calça de nylon, botinas, perneiras, luvas de vaqueta, protetor auditivo de espuma, óculos de segurança e capacete.
- Enchimento do forno. - Abertura e descarregamento do forno.	Botinas de segurança, capacete, máscara de segurança e ou respirador purificador de ar, luvas e avental de vaqueta.
- Ignição do forno e fornalha.	Capacete e botinas de segurança.
- Controle da carbonização. - Operação da fornalha.	Botinas de segurança, capacete, máscara de segurança e ou respirador purificador de ar e luvas de vaqueta, além do avental de vaqueta, no descarregamento.



## II – SISTEMA FORNOS - FORNALHA

O sistema que esta cartilha apresenta, tem capacidade para enfornar aproximadamente, 14 st de madeira e carbonizá-la, com baixa emissão de gases poluidores.

O sistema é composto de 4 “Fornos Circulares de Superfície”, tipo JG, conectados por dutos a uma fornalha de alvenaria. Sobre a câmara de combustão da fornalha é construída uma chaminé de 4,50 m de altura.

**Na câmara de combustão da fornalha ocorre a queima dos gases gerados durante a carbonização da madeira, colaborando para a “Produção Sustentável de Carvão Vegetal”.**

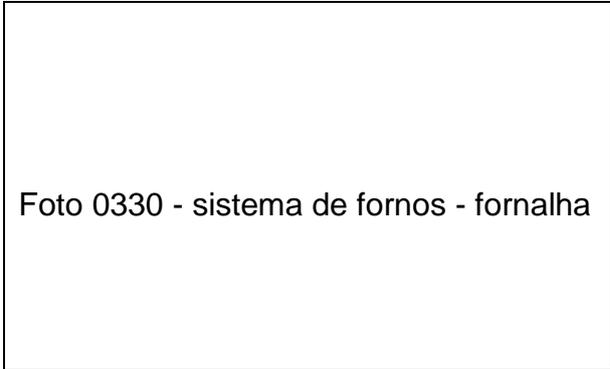


Foto 0330 - sistema de fornos - fornalha

### 1. FUNCIONAMENTO DO “SISTEMA FORNOS – FORNALHA

#### 1.1. ENTENDA O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA

O Sistema funciona com 4 fornos acoplados à fornalha por meio de 4 dutos.

No interior dos fornos ocorre o processo de secagem e a carbonização da madeira, que é transformada em carvão.

Os dutos conduzem os gases, dos fornos para a fornalha.

**Na câmara de combustão** da fornalha acontece a queima dos gases poluidores.

O ciclo de carbonização nesse sistema de fornos dura de 6 a 7 dias, incluindo o resfriamento.

#### 1.2. SAIBA COMO FUNCIONAM A FORNALHA E SEUS COMPONENTES

A fornalha é responsável pela queima dos gases gerados durante a carbonização da madeira.

Ela é constituída de câmara de combustão, chaminé, grelha, paredes defletoras, entrada de ar primário, além de uma porta para alimentação **de** combustível auxiliar.

**Tais componentes** exercem funções específicas, descritas a seguir:

- **Função da entrada de ar primário**

Permitir a passagem do ar atmosférico para dentro da câmara de combustão da fornalha, favorecendo a queima dos gases.

- **Função da grelha**

Amparar o combustível auxiliar no interior da câmara de combustão da fornalha, para melhor mistura com o ar, nas reações de combustão (queima).

- **Função da câmara de combustão**

Queimar os gases que saem do forno.

- **Função da chaminé**

**Fazer a sucção** dos gases gerados durante a carbonização da madeira, para dentro da câmara de combustão.

- **Função das paredes defletoras**

Evitar que o fluxo de gases de um dos fornos abafe o fluxo de gases de outro (s) forno(s) e também, aumentar a turbulência dos gases dentro da câmara de combustão da fornalha.

- **Função da porta**

Abastecer a câmara de combustão da fornalha com o combustível auxiliar, quando necessário, para queimar os gases.

### III- MONTAGEM DA UNIDADE PRODUTORA DE CARVÃO VEGETAL COMPOSTA DE FORNOS - FORNALHA

A montagem da unidade produtora envolve **escolha prévia do local, levando em conta** as recomendações técnicas referentes à disponibilidade de madeira e à logística **de transporte e escoamento do carvão.**

#### 1. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA E PREPARO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA

<p><b>O local escolhido deve:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- estar próximo da floresta plantada;</li><li>- estar distante de residências, de áreas de preservação permanente e de rodovias;</li><li>- ter estradas de acesso para transportar madeira e carvão.</li></ul>	Foto 7069
--	-----------

**O solo para construção do Sistema Fornos - Fornalha deve ser bem drenado e plano.**

#### **ATENÇÃO:**

É necessário que o sistema seja construído em local compactado e aplainado, que esteja distante, pelo menos 100 metros, dos alojamentos de trabalhadores.

#### 1.1. MARQUE OS LOCAIS DAS CONSTRUÇÕES DO SISTEMA FORNOS FORNALHA

Marcam-se os locais das construções, incluindo canaletas, que devem ser construídas em torno do sistema, para escoamento de possível água de enxurrada.

1179	7184
------	------

#### 1.2. SAIBA QUAIS SÃO OS COMPONENTES A CONSTRUIR NA UNIDADE PRODUTORA DE CARVÃO

Na Unidade Produtora de Carvão Vegetal, são construídos 4 fornos, **com respectivos dutos, acoplados à fornalha e demais instalações, a saber:**

- alojamento e refeitório para os trabalhadores;
- depósito de ferramentas e demais materiais necessários ao trabalho;
- área para estocagem da madeira;
- área para armazenamento do carvão produzido.

## 2. MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS FORNOS E DUTOS

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS FORNOS E DUTOS			
Tipo e quantidade	Especificações	Finalidade ou utilização	Ilustração
12.400 Tijolos maciços, de barro queimado.	Tijolos medindo 5 x 10 x 20 cm, assim usados: - 12.000 para construção de 4 fornos e 4 dutos; - 400 para fechamento das portas dos fornos (100 por forno).	Construção de fornos e dutos.  Fechamento de portas.	7159
Gabarito ou Cintel com haste de ferro ou de madeira (1).	Gabarito/Cintel medindo 2 m de comprimento, construído em barra de ferro 3/8 ou, em madeira.	Demarcação das bases dos fornos. Construção das paredes dos fornos.	7194 ou 7197
(20 m <sup>3</sup> ) de solo argiloso mais água.	Argamassa feita de terra disponível na propriedade, misturada com água.	Assentamento dos tijolos  Barrelamento dos fornos.	7316
Gabarito, confeccionado com tábuas de madeira de diferentes tamanhos (1).	4 TÁBUAS de 20 cm de largura e 2 cm espessura: - 2 de 1,65 m de comprimento; - 1 de 70 cm de comprimento; - 1 de 90 cm de comprimento.	Marcação das portas de entrada de cada forno.	1374 ou 7459
Gabarito ou Cintel, com haste em tábua de madeira (1).	Haste de madeira de 2,3 m de comprimento, por 5 cm de largura e 2 cm de espessura.	Construção das copas dos fornos.	8256°
Cintas metálicas em aço carbono/ preta (4), 1 por forno.	Feitas em chapas de 1" de largura, 3 mm de espessura e 10 m de comprimento.	Prevenção da expansão das paredes dos fornos.	0400 Ou 0401
Barras de ferro rosqueadas (4) 3/8" de diâmetro, 1 p forno; 8 porcas; 8 arruelas.	- Barras rosqueadas, de 40 cm de comprimento; - 8 porcas (2 p <sup>a</sup> cada cinta); - 8 arruelas ( 2 p <sup>a</sup> cada cinta).	Travamento das cintas dos fornos.	8201

<b>MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS FORNOS E DUTOS</b>			
<b>Tipo e quantidade</b>	<b>Especificações</b>	<b>Finalidade ou utilização</b>	<b>Ilustração</b>
4 Suportes perfil em U, para portas de entrada dos fornos, 1 para cada forno.	Cada suporte medindo 1m de comprimento, por 12,7cm de largura e 30 mm de altura.	Instalação sobre o vão das portas de entrada de cada forno, visando maior sustentação das Copas dos fornos.	7580
4 Chapas pretas, metálicas (1 p <sup>a</sup> cada forno).	Chapas de 1/8, com 30 cm de comprimento, por 20 cm de largura e 3 mm de espessura.	Suporte para as aberturas de saída de gases dos fornos para os dutos.	7468
8 Chapas pretas metálicas (2 p <sup>a</sup> cada forno).	Chapas de 1/8, c/ 29 cm de largura, 40 cm de comprimento e 3 mm de espessura.	Fechamento do forno e obstrução da lateral da fornalha, durante o resfriamento dos fornos.	Copiar Desenho Pg 28 vol c correções/ Cássia e outros
4 Tubos metálicos (1 p <sup>a</sup> cada duto).	Tubos de 2 ou 3mm de espessura, 10cm de comprimento e 1,2 cm de diâmetro interno.	Suporte para encaixe da válvula borboleta.	Nº da 8722
Válvula Borboleta e chapa de fechamento (4) - 1 para cada forno.	- Válvula borboleta, feita em chapa de 28 cm por 28 cm, c/ 3 mm de espessura; - Chapa 1/8, de fechamento, com 40 cm de largura, 40 cm de comprimento e 3mm de espessura.	Controle de vazão da saída de gases, dos fornos.	7575
8 Cantoneiras: - 2 por forno, (1 em cada lateral da parede dos dutos)	Cantoneiras de 30 cm de largura, 40 cm de comprimento e Bitola de 1" por 1/8.	Apoio para as chapas metálicas de fechamento dos fornos e obstrução da lateral da fornalha, no período de resfriamento dos fornos.	7558

<b>MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS FORNOS E DUTOS</b>			
<b>Tipo e quantidade</b>	<b>Especificações</b>	<b>Finalidade ou utilização</b>	<b>Ilustração</b>
48 Chapas metálicas pretas (aço/ carbono) 12 p <sup>a</sup> cada forno	Chapas de 1" de largura, 20cm de comprimento e 3mm de espessura.	Suporte para os "tatus" dos fornos.	7737
24 Cilindros metálicos ou poços metálicos (6 por forno): - 2 cilindros com tampa, nas copas; - 4 cilindros sem tampa, nas paredes	Cilindros c/ 20 cm de comprimento, 5 mm de diâmetro interno e 1mm de espessura. Uma das extremidades de cada tubo é fechada.	Cada cilindro comunica-se com a parte interna do forno e é utilizado para se fazer a medição da temperatura.	7566
4 Cilindros metálicos ou poços metálicos (1 por duto)	Cilindros metálicos de 20 cm de comprimento, por 5 cm de diâmetro interno e 1 mm de espessura. Uma das extremidades de cada tubo tem que ser fechada.	Comunicação com a parte interna do duto, possibilitando a medição da temperatura da saída dos gases da carbonização.	8729
Argamassa com silicato na forma de barrela, para aplicação no forno	Para a Argamassa mistura-se 1 litro de silicato com aproximadamente 80 kg de terra vermelha ou (4 latas de 18 litros de terra) e água = barrela.	Vedação das partes externas e internas dos fornos, resultando em melhor carbonização e resfriamento dos mesmos.	7312

### 3. MATERIAS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DA FORNALHA

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DA FORNALHA			
Tipo e quantidade	Especificações	Finalidade ou utilização	Ilustração
1.350 tijolos maciços.	- Feitos de barro queimado - de 5 x 10 x 20 cm	Construção da base da fornalha, da câmara de combustão e da chaminé.	7159
Gabarito de madeira ou Cintel (1).	O Gabarito tem 32,5 cm de raio e uma haste de 1 m de comprimento, que lhe serve de suporte.	Construção da base da fornalha.	7738
Solo argiloso e água.	4 m <sup>3</sup> de terra disponível na propriedade para fazer argamassa.	Assentamento dos tijolos, na base da fornalha e construção da fornalha.	7312
5 Cintas metálicas pretas de aço carbono.	Chapas de 1" de largura e 3 mm de espessura: - 4 delas de 3,50 m de comprimento; - 1 de 3,90m de comprimento.	Prevenção da expansão da fornalha.	foto 8608
5 Barras de ferro rosqueadas 3/8" de diâmetro e, 12 porcas.	As barras rosqueadas têm comprimento de 40 cm.	Travamento das cintas da fornalha.	8202 ou 8636
1 Porta metálica 1 quadro de sustentação 12 pinos de fixação 1 trinco de porta.	Chapa para a porta com 3 mm de espessura, 40 cm de comprimento e 30 cm de largura. Quadro para sustentação da porta. Pinos usados para fixar a manta e trinco para fechamento da porta.	Abastecimento com combustível auxiliar, pela porta.  Fixação da manta com os pinos.  Instalação do trinco na porta.	Nº da foto
Manta de fibra cerâmica: 4 caixas ou 16 metros.	Manta c/ densidade = 160 kg por m <sup>3</sup> , medindo 3,81 m de comprimento, 61 cm de largura e 5 cm de espessura.	A manta é usada para o isolamento térmico da fornalha.	8456

<b>MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DA FORNALHA</b>			
<b>Tipo e quantidade</b>	<b>Especificações</b>	<b>Finalidade ou utilização</b>	<b>Ilustração</b>
70 pinos de ferro.	Barra de ferro 5/8, com 30 cm de comprimento para formatar os pinos, cada um com 10 cm no lado menor e 20 cm no lado maior.	Os pinos são usados para fixação da manta.	7246
Chapéu Chinês” feito com chapa de metal, fixada em cinta metálica. (1)	Chapéu Chinês medindo 135 cm de diâmetro, confeccionado em chapa 24, galvanizada. Cinta metálica confeccionada em chapa 1/8, de 1” de largura por 3,5m de Comprimento. Cantoneira de 1”.	O Chapéu Chinês tem a função de impedir a entrada de água da chuva na chaminé, favorecendo também a maior vida útil da manta.	Foto 8757
1 Grelha metálica.	Grelha medindo 20 x 20 cm, confeccionada com 5 pedaços de vergalhão 5/8, com distância de 5 cm entre eles.	Funciona como suporte do combustível auxiliar, na câmara de combustão.	7847
4 chapas metálicas, uma para cada conexão do duto com a fornalha.	Chapas de 30 cm de comprimento por 20 cm de largura.	Sustentação da parede da fornalha.	Nº da foto 7974
1 Chapa Metálica para porta	Chapa metálica de 35 cm de comprimento por 20 cm de largura, para ser instalada na abertura de abastecimento da fornalha.	Sustentação da parede da fornalha.	Foto 8776
1 Chapa Metálica	Chapa metálica de 20 cm de comprimento por 20 cm de largura.	Fechamento do duto de admissão de ar da fornalha.	Nº da foto 7559

#### 4. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA

Os fornos, a câmara de combustão da fornalha e a chaminé são construídos com tijolos de barro queimado, emboçados com mistura de argamassa de argila.

Na construção dos fornos circulares usa-se **um instrumento** de madeira denominado Cintel, como um gabarito, para fazer a marcação da base dos fornos e levantamento das paredes.

##### 4.1. CONFECCIONE O CINTEL / GABARITO DE MADEIRA OU, **DE** OUTRO MATERIAL APROPRIADO

O gabarito ou Cintel é composto de duas hastes: uma, medindo 2 m e outra, 1,5 m de comprimento, que corresponde à metade do diâmetro do forno.

As hastes são amarradas nas suas bases, por um pedaço de borracha ou material semelhante, constituindo assim o gabarito que servirá de guia, para a construção das paredes dos fornos.

7194	7196
------	------

##### 4.2. MARQUE A BASE DO **PRIMEIRO FORNO** A CONSTRUIR

Primeiramente, deve-se inserir 25 cm da haste do gabarito, para dentro do solo, fixando-a.

A haste ficará com 1,75 m de altura, para ser usada na confecção da parede.

Marca-se, a circunferência do forno, caminhando em círculo e riscando o solo ao mesmo tempo.

Sobre a linha demarcada será feita a base do forno.

Foto inserindo a haste 7211	Foto da marcação Com o Cintel 7206	Foto acabada mostrando o círculo da base 7216
--------------------------------	--	--

#### 4.3. PREPARE A BASE DO PRIMEIRO FORNO

O preparo da base do forno inicia-se pela construção de uma canaleta onde serão assentados os tijolos que sustentarão a parede do forno.

##### 4.3.1. Escave o solo, na linha demarcada

Escava-se o solo, formando uma canaleta, com 10 centímetros de profundidade por 20 cm de largura, para colocação dos tijolos que iniciarão a base do forno.	Foto da escavação sendo feita 7242
---	---------------------------------------

##### 4.3.2. Forre a canaleta com os tijolos atravessados, voltados para o centro da mesma

Os tijolos são colocados atravessados, numa primeira fileira, um ao lado do outro, em toda a canaleta, marcando a base da parede a ser construída.

##### **ATENÇÃO:**

Com a construção da base do forno a 10 cm abaixo do nível do solo, consegue-se dar maior firmeza à parede que será construída.

Foto colocando os tijolos 7305	Foto da canaleta coberta pelos tijolos atravessados  7322
-----------------------------------	---

##### 4.3.3. Deixe aberturas maiores, na primeira fileira de tijolos da base

A abertura maior, com 90 cm de largura, fica na frente do forno e será a porta para a entrada da madeira e saída do carvão.

No lado oposto do forno, fica outra abertura de 20 cm de largura e 20 cm de altura, para a saída dos gases da carbonização da madeira.

#### 4.4. MARQUE O MEIO DAS ABERTURAS DE ENTRADA E SAÍDA DO PRIMEIRO FORNO

Marcam-se **os meios** das duas aberturas, cravando pedaços de madeira ou similares.

Foto da abertura maior do 1º forno com o marcador 7278	Foto da abertura menor do 1º forno com o marcador  7285
---	---

#### 4.5. MARQUE OS PONTOS CENTRAIS DAS DEMAIS CONSTRUÇÕES DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA

A marcação dos pontos centrais das construções garante o alinhamento e o nivelamento das mesmas com a fornalha, a começar pelo meio das aberturas de entrada e de saída de cada forno,

##### **ATENÇÃO:**

Os fornos devem ser alinhados dois a dois, com os respectivos dutos ligados à fornalha.

Considerando que esta cartilha **trata do Sistema de 4 fornos**, passa-se agora a demarcar o ponto central da fornalha e do 2º forno, assim como dos 4 dutos, seguindo-se a marcação dos demais fornos: terceiro (3º) e quarto (4º).

<b>4.5.1. Amarre um fio de nylon no marcador da abertura de entrada do 1º forno</b>	7278
---	------

<b>4.5.2. Leve o fio de nylon até a abertura da saída do forno, amarrando-o no marcador</b> Este ponto indica onde será construído o 1º duto que ligará o forno à fornalha.	Foto 7285
--	-----------

<b>4.5.3. Marque o centro da fornalha, a 62,5 cm do duto para a fornalha, já incluindo 20 cm de parede da fornalha</b> Crava-se a estaca neste ponto, com o fio amarrado.	Foto7533
--	----------

<b>4.5.4. Estique o fio, 1 m além da fornalha, no lado oposto ao 1º duto</b>  Neste ponto, marca-se, com outra estaca, o final do 2º duto e início da área do 2º forno.	
---	--

<b>4.5.5. Marque o centro do 2º forno, fincando a estaca na metade do seu diâmetro</b>  Usa-se o gabarito para marcar a área do 2º forno, como no 1º.	
---	--

#### 4.6. MARQUE AS BASES DAS PAREDES DOS OUTROS TRÊS FORNOS

A marcação da base de cada um dos outros três fornos será feita utilizando o gabarito, como foi feito no primeiro forno: caminhando em círculo e riscando o solo para posterior escavação da canaleta.

<b>Foto utilizando o gabarito para riscar a base</b>  <b>7206</b>	<b>Foto com a marcação feita</b>  <b>7214</b>
---	---

#### 4.7. INICIE A CONSTRUÇÃO DO 1º FORNO A PARTIR DA BASE

Os tijolos que anteriormente foram colocados na canaleta para marcar a base do forno, devem ser assentados com argamassa, iniciando assim, a construção da base da parede do forno.

<b>4.7.1. Aplique argamassa sobre os tijolos da primeira fileira da parede, para construir a segunda fileira</b>	<b>Foto 7337</b>
--	------------------

<b>4.7.2. Continue construindo a parede do forno</b> A parede do forno é construída com camadas simples de tijolos, exceto nas laterais próximas da porta e da saída de gases do forno, onde a camada será dupla, com 40 cm.	<b>Foto mostrando as camadas duplas de tijolos</b> <b>7451</b>
<b>ATENÇÃO:</b> Deve-se deixar 3 aberturas de cada lado do forno, conhecidas como “tatus”, medindo 12 cm de largura por 12 cm de altura, para a entrada de ar no forno e o controle da temperatura, durante a carbonização. Na parte superior de cada abertura, colocam-se 2 chapas metálicas de 1” de largura, 3 mm de espessura e 20 cm de comprimento, para dar sustentação aos “tatus”.	<b>Foto das aberturas</b>  <b>7440?</b>

<p><b>4.7.3. Instale a chapa metálica na abertura deixada para a saída dos gases</b></p> <p>Coloca-se a chapa metálica medindo 30 cm de comprimento, por 20 cm de largura e 3 mm de espessura, sobre a abertura deixada para a saída dos gases, do forno para o duto. A chapa metálica servirá de suporte para a próxima fileira de tijolos.</p>	<p>Foto mostrando a chapa sendo colocada sobre o vão na entrada do forno</p> <p><b>7778</b></p>
<p><b>4.7.4. Coloque o gabarito da porta na abertura de entrada do forno</b></p> <p>O gabarito, com formato de um trapézio, deve medir 1,65m de altura, por 90 cm de largura, na parte inferior e 75 cm na parte superior.</p>	<p>Foto do gabarito Sendo colocado na entrada do forno</p> <p><b>7395</b></p>
<p><b>4.7.5. Instale os cilindros metálicos na parede do forno</b></p> <p><b>A) Saiba como são os cilindros a instalar e para o que servem</b> Os cilindros <b>que serão</b> instalados na parede de cada forno medem 20 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. <b>Possuem</b> 1 extremidade fechada, que fica voltada para o interior do forno e outra extremidade aberta, na qual, <b>com auxílio de um</b> sensor infravermelho – o pirômetro – pode-se medir a temperatura interna do forno, durante a carbonização da madeira e resfriamento do mesmo.</p> <p><b>B) Instale os cilindros corretamente</b></p> <p>Os 4 cilindros serão instalados nas laterais da parede do forno – 2 de cada lado – a uma altura de 65 cm acima do solo. <b>ATENÇÃO:</b> Os cilindros serão instalados na metade do espaço entre os “tatus” que ficam na base do forno, em cada lado do forno, pois <b>esse espaço é o que melhor representa a temperatura média do interior do forno.</b></p>	<p>Desenho esquemático Trazer da cartilha q Cássia corrigiu</p> <p><b>8531</b></p> <p><b>8379 1 cilindro na parede</b></p>

<p><b>4.7.6. Continue a construção da parede do forno</b></p> <p>Na construção da parede deve-se colocar os tijolos <b>superpostos, de forma desencontrada</b>, até a altura de 1,65m.</p>	<p><b>7759</b></p>
<p><b>4.7.7. Coloque a barra de metal denominada Perfil, na parte superior da porta de entrada do forno</b></p> <p>Esta barra servirá de auxílio ao suporte da cúpula, sobre o vão da porta.</p>	<p><b>Foto do suporte sobre a porta</b></p> <p><b>7581</b></p>
<p><b>4.7.8. Finalize a construção da parede do forno</b></p> <p>Sobre a Barra Perfil assenta-se a última fileira de tijolos da parede do forno.</p> <p><b>Sobre a parede será construída a cúpula do forno.</b></p>	
<p><b>Foto 7587</b></p>	<p><b>Foto da parede finalizada</b></p> <p><b>7596</b></p>

#### 4.8. CONSTRUA A CÚPULA DO FORNO

Para construir a cúpula é necessário um gabarito com as mesmas dimensões do gabarito usado na base do forno, cuja haste de madeira tenha 2,30 m de comprimento.

Inicia-se a construção da cúpula, **sempre com auxílio do referido gabarito**. Os tijolos são assentados **com as juntas desencontradas, formando a cúpula**.

##### **ATENÇÃO:**

Na primeira fileira da cúpula do forno deve-se dar uma inclinação de mais ou menos 2 cm, para dentro da “camisa da parede” o que dá mais sustentação à copa, além de facilitar seu fechamento.

<p>1 foto firmando o gabarito</p> <p><b>8173</b></p>	<p>Uma foto mostrando as juntas desencontradas</p> <p><b>8196</b></p>
<p>Foto 8299</p>	<p><b>8354</b></p>

**4.8.1. Instale uma cinta metálica na parte externa do forno, depois de construídas as primeiras camadas da cúpula**

Ajusta-se a cinta, manualmente, unindo suas pontas com roscas e porcas.

A função da cinta é **reforçar o forno**, impedindo a expansão da sua parede e **dando estabilidade à cúpula**.

Foto 8608 instalando a cinta

**Foto 8186**

**4.8.2. Instale cilindros metálicos na cúpula do forno**

**4.8.3. Continue o fechamento da cúpula, utilizando o cintel como guia**

**4.8.4. Faça o travamento dos tijolos do topo da cúpula**

Utilizam-se pedaços de tijolo como “cunha”, por cima do forno, de fora para dentro.

**Foto**

**8326**

**8314**

**4.8.5. Aplique barrela sobre todo o forno e no seu interior**

Aplica-se, sobre o forno, uma barrela de textura bem fina, feita com argila e água, que depois de seca, ficará como uma película cobrindo todo o forno.

**Foto 8498**

## 5. CONSTRUÇÃO DAS BASES DOS 4 DUTOS

Os dutos ou canais, medindo 1 metro de comprimento e 30 cm de largura interna, por 30 cm de altura, são construídos com tijolos maciços, em camadas simples de 10 cm, ligando os fornos à fornalha, com a função de transportar os gases gerados durante a carbonização.

### 5.1. MARQUE AS BASES DOS DUTOS, COM AS DIMENSÕES CORRETAS

Foto 8619

### 5.2. NIVELE AS BASES DOS DUTOS

Nivelam - se as bases dos dutos, tomando como referência os níveis dos fornos e da fornalha, já demarcados anteriormente.

Foto 7533	7536
-----------	------

## 6. CONSTRUÇÃO DA FORNALHA

A construção da fornalha é feita em área previamente demarcada, começando pela sua base e a partir desta, construindo um duto subterrâneo, para a entrada de ar para a câmara de combustão. A fornalha é composta de câmara de combustão, porta de alimentação do combustível auxiliar, duto subterrâneo de entrada de ar, grelha, paredes defletoras e chaminé. Seu formato circular tem diâmetro interno de **85 cm** (sem a manta de fibra cerâmica) e altura total de **4,50 m**.

### 6.1. MARQUE A BASE DA FORNALHA

Marca-se a base da fornalha, usando o gabarito para riscar o chão.	Foto 7539
--	-----------

6.2. ESCAVE UMA CANALETA ONDE ESTÁ O RISCO FEITO COM O GABARITO

Escava-se o solo como foi feito para a base do forno, com 10 cm de profundidade, por 20 cm de largura, colocando 2 fileiras dobradas de tijolos.	Foto da escavação  7223
--	-------------------------------

**6.2.1. Escave a base do duto subterrâneo da fornalha**

A escavação é feita para colocação da grelha e entrada de ar primário no interior da câmara de combustão.

A base do duto é escavada do centro da fornalha para fora, na direção da abertura da porta, com 92,50 cm de comprimento, por 20 cm de altura e de largura. No duto subterrâneo será colocada a grelha que possibilitará a entrada de ar primário para o interior da câmara de combustão da fornalha.	<b>Foto 7787 ou 7811</b>
--	--------------------------

**6.2.2. Forre o piso do duto subterrâneo, com tijolos**

Foto 7820 colocação dos tijolos no fundo do duto	Ou 7825
--	---------

**6.2.3. Construa a base da câmara de combustão da fornalha com tijolos e argamassa**

Foto da colocação dos tijolos 7738	Foto 7784
------------------------------------	-----------

**6.2.4. Instale a base para a grelha da fornalha, nivelando sua altura com o nível do solo**

7820	7851
------	------

### 6.2.5. Instale a grelha na câmara de combustão

A grelha, com dimensões de 20 cm por 20 cm, será instalada dentro do duto subterrâneo, no centro da câmara de combustão da fornalha.

Foto 7838	Foto da grelha 7849	Foto da base completa c grelha 7896
--------------	------------------------	---

## 6.3. CONSTRUA A CÂMARA DE COMBUSTÃO DA FORNALHA

### 6.3.1. Inicie a construção da Câmara de Combustão

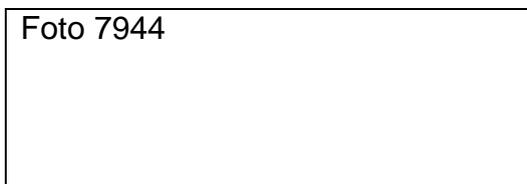
Inicia-se a construção colocando uma camada dupla de tijolos de 20 cm, sobre aqueles tijolos que forraram o piso da base da fornalha, até a altura de 1 metro.	F 7898
--	--------

### 6.3.2. Deixe as aberturas recomendadas

Devem ser deixadas 4 aberturas de 20 cm por 20 cm, para serem acopladas aos dutos, que conduzirão os gases da carbonização para a fornalha. Outra abertura de 30 cm de largura por 40 cm de altura deve ser deixada, para instalação da porta da fornalha.	
Foto 7917	Foto 7932

### 6.3.3. Construa as paredes defletoras

As **paredes defletoras** serão construídas próximas das aberturas de entrada dos gases da carbonização, na câmara de combustão da fornalha, direcionando o fluxo de gás.



#### 6.3.4. Coloque a manta cerâmica na câmara de combustão

A manta cerâmica favorece o isolamento térmico da câmara de combustão. Ela é fixada por barras de ferro em formato de L, com tamanho de 20 cm por 10 cm.

Foto 7955

Foto 8030

#### 6.3.5. Coloque chapas metálicas sobre as 4 aberturas de acoplamento dos dutos da câmara de combustão e também, na abertura onde será instalada a porta de abastecimento

As chapas metálicas servem de suporte para as demais fileiras de tijolos a serem utilizadas na construção do restante da parede da câmara de combustão da fornalha.

A chapa colocada sobre a abertura da porta, mede 20 cm de largura por 40 cm de comprimento.

As 4 outras chapas medem 20 cm de largura por 30 cm de comprimento. A espessura das chapas pode ser de 2 mm a 3 mm.

foto 7974

#### 6.3.6. Continue a construir a parede da câmara de combustão da fornalha, até que ela atinja a altura de 1 metro

#### 6.4. FAÇA UM ESTRANGULAMENTO DE 35 CENTÍMETROS NO TÉRMINO DA CÂMARA DE COMBUSTÃO

O estrangulamento consiste na diminuição do diâmetro interno da câmara de combustão da fornalha, **de 85 cm para 50 cm**, depois da construção da câmara de combustão (a 1 metro de altura).

O estrangulamento é feito nas duas primeiras fileiras de tijolos e, na terceira fileira, será feita uma amarração.

#### **ATENÇÃO:**

A diminuição do diâmetro da fornalha faz com que os gases permaneçam por mais tempo na câmara de combustão, **favorecendo assim sua queima.**

O estrangulamento feito na primeira fileira será de 20 cm, sendo 10 cm de cada lado da circunferência.

Na segunda fileira o estrangulamento será feito de 15 cm, com 7,5 cm de cada lado, o que corresponde a 35 cm de estrangulamento.

Na terceira fileira será feita a amarração e sobre ela, será construída a chaminé, com 75 cm de diâmetro interno.

Fotos do estrangulamento da parede da fornalha 8061	8079
--	------

## 6.5. CONSTRUA A CHAMINÉ ACIMA DO ESTRANGULAMENTO DA CÂMARA DE COMBUSTÃO

### 6.5.1. Inicie a construção da chaminé

A chaminé será construída sobre a câmara de combustão da fornalha, com parede dupla de tijolos e diâmetro interno de 75 cm (sem manta), seguindo a mesma formatação. A altura total da fornalha com a chaminé ficará em 4,50 metros.	Foto 8091
---	-----------

### 6.5.2. Faça a forração do interior da chaminé, com a manta cerâmica

Tanto a câmara de combustão, quanto a chaminé devem ser revestidas com a manta cerâmica, que será fixada com barras de ferro 5/8, de 30 cm de comprimento e formato de L, cujos lados medem 10 cm o menor e 20 cm o maior.	Foto da colocação da manta 8113
--	------------------------------------

### 6.5.3. Coloque as cintas metálicas de sustentação na câmara de combustão e na chaminé

Na parte externa da parede da fornalha, ao longo da chaminé, serão colocadas quatro cintas metálicas, com espaçamento de 1 metro entre elas. A primeira cinta metálica será colocada a 1 m de altura, em relação ao nível do solo.	<b>Foto 8486</b>
---	------------------

#### 6.5.4. Faça o revestimento externo da fornalha

A argamassa recomendada para revestir esse tipo de construção foi desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa, resultando numa mistura de textura fina que ao ser aplicada, melhora o acabamento da construção e favorece sua vida útil.

<b>ATENÇÃO:</b> Na argamassa são utilizados os seguintes componentes: - 10 kg de argamassa refratária - 240 kg de areia - 20 kg de cimento - 10 kg de cal - 2,5 kg de açúcar - água necessária para misturar os componentes, até o ponto de textura fina.	Foto do barrelamento  8486
--	-------------------------------------

#### 6.6. INSTALE O “CHAPÉU CHINÊS” NA ABERTURA DA CHAMINÉ

O chapéu chinês deve ser colocado ao final da construção, permanecendo aberto durante o processo de carbonização. Ele tem a função de impedir a entrada de chuva na chaminé, o que poderia estragar a manta cerâmica.

O chapéu chinês deve ser fechado, somente quando não houver carbonização.

Foto do chapéu 8757	Foto da chaminé pronta, com a cobertura  F 0435
---------------------	---

## 7. CONSTRUÇÃO DOS DUTOS

Os dutos que ligam os fornos à fornalha são construídos sobre os pisos previamente demarcados com tijolos.

### 7.1. CUBRA AS BASES DOS DUTOS COM TIJOLOS

Os tijolos são distribuídos sobre as bases dos dutos. Depois, na construção das suas laterais, **eles** serão assentados com argamassa.

Foto 7226 do piso com tijolos	Foto 8630 com argamassa	Foto <b>8653</b>
-------------------------------	-------------------------	------------------

### 7.2. APLIQUE ARGAMASSA SOBRE OS TIJOLOS, INICIANDO A CONSTRUÇÃO DAS PAREDES DOS DUTOS

Sobre os tijolos que marcaram os pisos dos dutos, aplica-se argamassa, para sedimentar a construção, onde serão feitas as paredes, em camadas simples de tijolos, com 10 cm.

Foto 8630 com argamassa	Foto <b>8653</b>
-------------------------	------------------

### 7.3. INSTALE CANTONEIRAS NOS DUTOS DO SISTEMA

A cantoneira, com espessura de 3 mm e dimensões de 30 cm de largura por 40 cm de comprimento, deve ser instalada, inclinada, até a altura da parede do duto (30 cm), saindo da parede do forno para o duto. A outra cantoneira, deve ser instalada da parede da fornalha para o duto.

<b>Cantoneira</b> <b>8651</b>	<b>Chapa instalada</b> <b>8672</b>
----------------------------------	---------------------------------------

#### 7.4. INSTALE OS CILINDROS METÁLICOS NAS PAREDES DOS DUTOS

Cada cilindro será instalado na metade da parede de cada duto, o que corresponde a 50 cm do seu comprimento e a 15 cm de altura.

Esses cilindros medem 20 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. Possuem duas extremidades: uma extremidade fechada, que fica voltada para o interior do duto e outra, aberta, onde, com auxílio de um sensor infravermelho – o pirômetro – pode-se medir a temperatura dos gases, no interior do duto, durante a carbonização da madeira.

Foto 8729

#### 7.5. INSTALE A VÁLVULA BORBOLETA

A função da Válvula Borboleta é fazer o controle da vazão dos gases da carbonização para a fornalha. Ela é operada manualmente, para controlar a vazão de saída dos gases, por meio da sua movimentação durante a carbonização.

A Válvula Borboleta é composta de 2 chapas de 3 mm de espessura, uma delas medindo 40 cm x 40 cm e a outra, medindo 28 cm x 28 cm.

##### 7.5.1. Fixe a chapa maior (de 40 cm por 40 cm)

A chapa maior será fixada sobre cada duto.

##### 7.5.2. Instale a chapa menor (de 28 cm x 28 cm, no centro de cada duto)

Esta chapa ficará perpendicular à chapa maior.

Pelo seu centro passa uma barra de ferro 3/8, de 60 cm de comprimento, à qual a chapa fica soldada.

A barra de ferro ficará disposta na vertical, a 10 cm abaixo da extremidade inferior da chapa.

##### A) Fixe um tubo metálico para encaixe da chapa menor

Um tubo metálico de 10 cm de comprimento, com 1 cm de diâmetro interno é fixado na metade da largura de cada duto, a 15 cm da sua parede interna e a 20 cm da entrada de gases para a câmara de combustão da fornalha.

## B) Encaixe a parte inferior da chapa no tubo metálico

A parte inferior da chapa será encaixada no tubo metálico a 7 cm abaixo do nível do solo, para auxiliar na movimentação da Válvula Borboleta.

Foto 7253 (válvula e tubo metálico)	Foto 8689 ( válvula instalada)
-------------------------------------	--------------------------------

### ATENÇÃO:

A válvula borboleta deve ficar totalmente aberta no início da carbonização.

Ao longo do processo, pode ser parcialmente fechada, auxiliando no controle do processo.

## 7.6. INSTALE 2 CHAPAS METÁLICAS PARA FECHAMENTO DE CADA DUTO

Serão instaladas 2 chapas metálicas de 1/8, com dimensões de 29 cm de largura por 40 cm de comprimento e 3 mm de espessura, para fazer o fechamento dos dutos.

Além do fechamento dos dutos elas fazem também o fechamento do forno e a obstrução da lateral da fornalha, no período de resfriamento dos fornos.

Foto 9835 duto fechado	Foto 8706
------------------------	-----------

### ATENÇÃO:

Durante a carbonização recomenda-se a colocação de tijolos nos encontros entre as chapas dos dutos, para evitar possível entrada de ar no sistema.

Foto 8713

### 7.7. FAÇA O BARRELAMENTO DOS DUTOS

O barrelamento é feito com argamassa de textura mais fina, que além de deixar os dutos com uma boa aparência, serve também de proteção, aumentando sua vida útil.	<b>Foto dos dutos finalizados</b> <b>Foto 8744</b>
---	---

## 8. LIMPEZA GERAL NO SISTEMA FORNOS - FORNALHA

Finalizadas as construções, deve-se limpar toda a área construída, deixando-a pronta para ser usada na carbonização.

### 8.1. LIMPE TUDO, USANDO EQUIPAMENTOS APROPRIADOS

Durante a limpeza, deve-se retirar restos de tijolos e de argamassa, varrendo dentro e fora dos fornos, limpando os controladores de ar, os dutos, a fornalha e a chaminé.

Fotos limpando raspando 0319	varrendo 0324	Foto 8597
------------------------------	---------------	-----------

### 8.2. DÊ DESTINAÇÃO CORRETA AO LIXO

O que for lixo deve ir para o local do descarte de lixo. Sobras de tijolos, ferramentas e outros, serão guardados no local destinado a este tipo de material.

Ver foto ilustrando
---------------------

## 9. CURA DOS FORNOS E DA FORNALHA

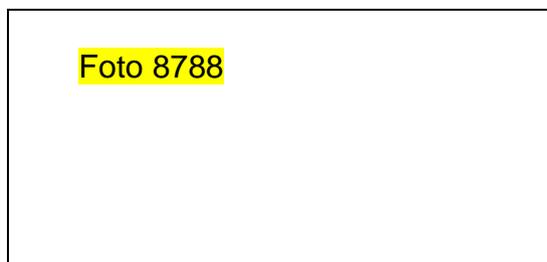
Recomenda-se, após a construção, fazer a cura dos 4 fornos e da fornalha, queimando resíduos de madeira ou qualquer outra biomassa, por um período de pelo menos 30 minutos.

### 9.1. FAÇA O ENCHIMENTO DOS FORNOS E DA FORNALHA

Enche-se o forno e a câmara de combustão da fornalha, com resíduo de biomassa tais como: casca, atíços, resíduos agrícolas, até aproximadamente **1/10** da sua capacidade.

### 9.2. CONDUZA A QUEIMA DO MATERIAL, NO FORNO E NA FORNALHA

Todo o material deverá ser totalmente queimado.



### 9.3. LIMPE CADA FORNO E A FORNALHA, DEPOIS DE FRIOS, RETIRANDO AS CINZAS

Depois da limpeza do sistema, repete-se duas a três vezes, o mesmo procedimento de queima, visando uma boa cura.

### 9.4. AVALIE O ESTADO DOS FORNOS E DA FORNALHA, DEPOIS DE FRIOS

#### **ATENÇÃO:**

- Avalia-se, verificando se há trincas e ou furos nos fornos que necessitem de restauração. Se houver, a restauração será feita com barrelamento.  
O barrelamento com argila e água pode ser incrementado, acrescentando silicato, o que torna a argamassa mais resistente.
- Depois inspeção visual, se tudo estiver correto, repete-se a limpeza dos fornos e fornalha deixando tudo em condição ideal de funcionamento, para fazer a carbonização.

FOTO 8626

#### IV - CONDUÇÃO DA CARBONIZAÇÃO NO “SISTEMA FORNOS-FORNALHA”

A Carbonização também chamada de Pirólise lenta é o processo de degradação parcial da madeira, pela ação do calor.

Para que o processo de carbonização aconteça é necessário controlar a entrada de oxigênio e aumentar gradativamente o calor, até uma temperatura máxima de 400°C, na copa do forno.

##### 1. FATORES RESPONSÁVEIS PELO BOM RENDIMENTO E QUALIDADE DO CARVÃO

Como já foi visto anteriormente, nesta cartilha, o maior rendimento e a qualidade do carvão dependem essencialmente de 2 fatores:

- qualidade da madeira;
- condução correta da carbonização.

##### 1.1. RECORDE-SE DOS FATORES RELACIONADOS À QUALIDADE DA MADEIRA

A QUALIDADE DA MADEIRA tem relação com **a sua densidade e sua composição química.**

###### **ATENÇÃO:**

Para a produção de carvão vegetal de qualidade é recomendado que a madeira tenha **teor de lignina acima de 28% e teor de umidade menor que 40%.**

Peças de madeira com diâmetros variados devem ser **estratificadas (colocadas em camadas)**, recomendando-se carbonizá-las por classe de diâmetro: finas e grossas.

##### 1.2. CONHEÇA OS FATORES RELACIONADOS AO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CARVÃO QUE DEVEM SER LEVADOS EM CONTA

Os principais fatores relacionados ao processo de produção de carvão a considerar são:

- **Controle da taxa de aquecimento e da temperatura**, durante a carbonização, até atingir no máximo, 400°C na copa do forno;
- **Controle do fluxo e da pressão dos gases, dentro do forno.**

### 1.3. ADOTE OS CUIDADOS RECOMENDADOS PARA A SECAGEM DAS TORAS, ANTES DA CARBONIZAÇÃO

<p>Antes da carbonização deve-se colocar as toras ao ar livre, para que ocorra a secagem natural, por um período de 90 a 150 dias, período esse que pode variar, conforme as condições climáticas da região.</p> <p>Com esse tempo de secagem, busca-se obter um teor médio de umidade, em torno de 35%.</p>	Foto 0165
--	-----------

## 2. OPERAÇÃO DO SISTEMA FORNOS - FORNALHA

### 2.1. FAÇA O ENCHIMENTO DO FORNO

**Durante o** enchimento do forno, deve-se atentar para o tamanho das toras e para a maneira de colocá-las no forno, ou seja:

- **O comprimento** das toras, deve ser compatível com a altura da parede do forno.
- As toras serão colocadas no forno seguindo as Recomendações Técnicas, de modo a facilitar a carbonização.

#### **ATENÇÃO:**

As toras devem ser colocadas no forno, **de pé (na vertical), do fundo para a porta.**

Toras com diâmetro maior ficarão nas extremidades do forno e aquelas com diâmetro menor devem ficar no centro do forno.

Deve-se deixar uma leve inclinação na abertura de **saída do forno**, prevenindo a obstrução da saída **dos gases**.

Toras de tamanho menor devem ser colocadas na horizontal, ou seja, deitadas sobre as toras que estão na vertical, preenchendo assim, os espaços vazios, acompanhando o formato da cúpula do forno.

Na região superior da porta, coloca-se um pouco de casca ou outro material de fácil ignição

Foto enchendo o forno  0237	Foto do forno cheio e c/ trava  0272
-----------------------------------	--

## 2.2. SAIBA COMO CALCULAR O VOLUME DE MADEIRA DO FORNO

$$V_n = \left( \frac{\pi D^2}{4} h \right) + \pi f \left( \frac{D^2}{8} + \frac{f^2}{6} \right)$$

**D = Diâmetro do forno (m)**

**H = Altura da parede do forno (m)**

**F = Flecha (m)**

**Obs.: Flecha = Altura total no centro do forno – altura da parede do forno**

**Vn = 14,3 st de lenha ( Vn = Volume normal)**

## 2.3. FECHE AS PORTAS DO FORNO

Fecha-se a porta de cada forno, com tijolos de 10 cm de espessura, sobrepostos de forma desencontrada, entremeados por argamassa de argila.

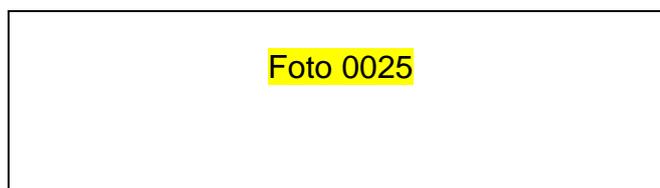
F 0433	0477
Construção da porta com tijolos	

### 2.3.1. Deixe uma abertura na parte superior da porta, para a ignição

Deve-se deixar uma abertura de 10 cm a 20 cm de comprimento e 5 cm a 10 cm de espessura, na parte superior da porta de cada forno, por onde será feita a ignição do fogo.	Foto 0462
---	-----------

### 2.3.2. Deixe uma abertura na parte inferior da porta

Deve-se deixar uma abertura de 10 x 10 cm, para a entrada de ar no interior do forno, nas primeiras horas da carbonização, favorecendo assim a ignição.



### 2.3.3. Faça o barrelamento da porta

Finaliza-se o fechamento de cada porta, com o barrelamento, melhorando assim a vedação e evitando possível entrada de ar no interior dos fornos.	<b>Foto 0477</b>
--	------------------

### 2.4. ABASTEÇA A CÂMARA DE COMBUSTÃO DA FORNALHA

A câmara de combustão da fornalha é abastecida com resíduos de casca, madeira, atijos ou outra biomassa disponível.



### 2.5. DÊ IGNIÇÃO NA FORNALHA

Na câmara de combustão da fornalha, abastecida com madeiras, cascas, atijos e outras biomassas residuais diversas, acende-se o fogo que será alimentado por esses e outros materiais, ao longo do processo de carbonização.

#### **ATENÇÃO:**

Durante a ignição, deve-se deixar a entrada de ar da fornalha totalmente aberta, para favorecer a queima dos resíduos e conseqüente queima dos gases.

Foto abastecendo a fornalha 9915	Foto fazendo a ignição na fornalha 9938
-------------------------------------	--

Com o aumento da temperatura da fornalha, aumenta-se a tiragem dos gases pela mesma, auxiliando também a ignição do fogo no forno. Logo após a ignição da fornalha, será feita a ignição do forno.

## 2.6. DÊ A IGNIÇÃO **EM CADA FORNO**, NO MOMENTO APROPRIADO

Coloca-se o fogo no forno, pela abertura deixada na parte superior da porta, fazendo o uso de brasas ou ateando o fogo em alguma biomassa, para ser levado ao ponto de ignição.

Foto colocando fogo no forno 9974	9956
--------------------------------------	------

### **ATENÇÃO:**

Ao fazer a ignição, **deve-se deixar totalmente abertos**, apenas **os 2 controladores de ar do forno** – os “**tatus**” - que ficam próximos da porta, ou seja, um de cada lado do forno, além da **válvula borboleta, controladora do fluxo de gases no duto!**

**Além desses**, a abertura existente na parte inferior da **porta** do forno, deve ficar aberta.

Foto mostrando os tatus 9942 (abrindo o tatu)	9838 Válvula borboleta do duto – aberta (mostrar com seta)
--	--

### 2.6.1. Saiba quando fechar a abertura deixada para a ignição do fogo

Depois de 30 a 60 minutos, deve-se verificar se há brasas no local onde o fogo foi ateado. Caso haja brasas, significa que a carbonização foi iniciada.

### **ATENÇÃO:**

Neste momento, inicia-se o fechamento da abertura anteriormente deixada para a ignição, **usando** tijolos e argamassa, sem abafar o fogo.

### 2.6.2. Verifique se a abertura inferior da porta pode ser também fechada

A abertura inferior da porta será fechada somente quando a temperatura da copa na primeira fase da carbonização estiver estável, ou seja, próxima a 180°C.

Nesta etapa, a temperatura é verificada no cilindro metálico acima da porta, utilizando-se o Pirômetro.	<b>Foto</b> <b>0021</b>
---	----------------------------

### 2.6.3. Feche completamente o ponto da ignição, com barrela, se a temperatura estiver acima de 180°C

Deve-se fechar completamente o ponto da ignição, com barrela se a temperatura da cúpula do forno estiver acima de 180°C, prevenindo a degradação excessiva da madeira.	<b>Foto 0027</b>
--	------------------

#### **ATENÇÃO:**

Se o carbonizador tiver pouca experiência, nesta etapa inicial, deverá medir a temperatura a cada 2 horas, assegurando-se de que o controle da carbonização está ocorrendo corretamente.

Quando estiver bem seguro no trabalho, medirá a temperatura de 4 em 4 horas.

## 3. CONTROLE DA CARBONIZAÇÃO NO SISTEMA Fornos - FORNALHA

Neste sistema, a carbonização dura em média 3 dias.

Para que o processo de carbonização ocorra corretamente, é necessário fazer o monitoramento da temperatura interna do forno, pelo menos a cada 4 horas.

No entanto, até que se adquira a prática na medição, recomenda-se conferir a temperatura do forno, de 2 em 2 horas.

### 3.1. CONDUZA A CARBONIZAÇÃO DE FORMA CORRETA

A condução correta da carbonização **se resume no controle constante da temperatura interna do forno**, favorecendo assim, o aumento do rendimento em carvão.

#### 3.1.1. Monitore a temperatura do forno

Monitora-se a temperatura do forno nos 6 pontos de medição: 2 cilindros metálicos na cúpula e 4 na parede de cada forno. O monitoramento é feito em intervalos de 4 horas, utilizando-se o pirômetro.	Foto 0020 do monitoramento
---	----------------------------

**3.1.2. Conheça as faixas de temperatura, a duração e o fenômeno que acontece em cada uma delas, conforme a madeira carbonizada**

FASE	Faixa de Temperatura	Tempo de Temperatura	FENÔMENO
I	150°C a 180°C	15 h a 16 h	<b>Fase Endotérmica:</b> Liberação de vapor de água e secagem da madeira.
II	180°C a 270°C	11 h a 12 h	<b>Fase Endotérmica:</b> Degradação das hemiceluloses e eliminação de gases.
III	270°C a 380°C	23 h a 24 h	<b>Fase Exotérmica:</b> Degradação da celulose, grande produção de gases. Formação do carvão vegetal.
IV	380°C a 400°C	17 h a 18 h	<b>Fase Exotérmica:</b> Redução da emissão de gases e aumento da concentração de carbono, no carvão vegetal.
O tempo e as temperaturas descritas na tabela acima são indicados para madeiras com teor de umidade de 30 a 40% e classe diamétrica de 20 a 40 centímetros.			

**ATENÇÃO:**

Deve-se acompanhar atentamente a evolução da temperatura do forno, para intervir no processo de carbonização, se necessário.

**3.1.3. Conheça as faixas de temperatura e os tempos de carbonização apropriados às madeiras com outros teores de umidade**

Faixa de Temperatura	+ ou - 30% de Umidade		+ ou - 40% de Umidade		+ ou - 50% de Umidade	
	Tora Fina	Tora Grossa	Tora Fina	Tora Grossa	Tora Fina	Tora Grossa
150°C a 180°C	12 h	15 h	15 h	18 h	18 h	26 h
180°C a 270°C	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h
270°C a 380°C	24 h	24 h	24 h	24 h	24 h	24 h
380°C a 400°C	18 h	20 h	18 h	20 h	18 h	20 h
380°C a 400°C	18 h	20 h	18 h	20 h	18 h	20 h
<b>Tempo Total de Carbonização</b>	<b>66 h</b>	<b>71 h</b>	<b>69 h</b>	<b>74 h</b>	<b>72 h</b>	<b>82 h</b>

**Tora fina:** Diâmetro de 7 a 13 cm e **Tora Grossa:** Diâmetro de 14 a 20 cm.

### 3.1.4. Faça o controle do oxigênio, durante a carbonização, mantendo a temperatura recomendada para cada fase

O controle do oxigênio é feito, abrindo e fechando os “tatus” nas aberturas laterais do forno, conforme a fase da carbonização.	Foto 0389
<b>ATENÇÃO:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Quando a frente de carbonização atingir os “tatus” que estão abertos, estes devem continuar, parcialmente abertos, por cerca de 30 a 60 minutos e serem totalmente fechados após esse período.</li><li>• Repete-se o mesmo procedimento, com os “tatus” do meio e do fundo do forno, quando a frente de carbonização chegar até eles, lembrando que a temperatura deve estar sempre na faixa prevista.</li><li>• Após os dois últimos “tatus” do fundo do forno serem fechados com tijolos e vedados com argamassa, deve-se aguardar até 2 horas para que não haja mais fluxo de gases do forno para a fornalha.</li></ul>	

## 3.2. OPERE A FORNALHA

Nas fases I e II, quando se inicia a carbonização da madeira no forno, haverá liberação de vapor d’água e de gases, com baixo poder calorífico, para a câmara de combustão da fornalha.

### 3.2.1. Abasteça a fornalha com materiais combustíveis

Para o funcionamento da fornalha nessas fases, **é necessário fazer abastecimentos periódicos com resíduos de madeira**, mantendo assim a combustão dos gases no interior da câmara, eliminando a fumaça.

Foto abastecendo a câmara 9915	Foto com a câmara aberta vendo-se fogo 9938
--------------------------------	---

Nas fases III e IV, os próprios gases gerados na carbonização são capazes de manter a combustão no interior da câmara, não sendo mais necessário o reabastecimento com resíduos, exceto se a chama se apagar.

### 3.2.2. Monitore, continuamente, a temperatura dos gases nos dutos, utilizando o pirômetro

Um outro indicativo de que os gases que saem do forno possuem alto poder calorífico é quando a temperatura destes no duto atinge 160°C.

Foto 0044 medindo temperatura

#### **ATENÇÃO:**

Durante a combustão dos gases as temperaturas da Câmara de Combustão da Fornalha variam de 800°C a 1000°C.

Estas temperaturas são capazes de destruir termicamente (pelo calor), os gases poluentes gerados pelo processo de carbonização, parcialmente: Metano e Monóxido de Carbono, além dos gases condensáveis.

F 0351 Mostrar c seta CO<sup>2</sup>, calor e vapor d'água

### 3.3. FINALIZE A CARBONIZAÇÃO

#### 3.3.1. Impeça a entrada de oxigênio para dentro do forno, finalizando a carbonização

Fecha-se a saída de gases do forno, com a chapa metálica do duto, vedando - a com argamassa e impedindo a entrada de oxigênio, para encerrar totalmente, o processo de carbonização e iniciar o processo de esfriamento do carvão.

#### **ATENÇÃO:**

Quando se inicia o esfriamento do carvão, deve-se atentar para o possível aparecimento de trincas e rachaduras no forno. **Se existirem trincas**, elas devem ser vedadas com argamassa (mistura de argila e água).

0591	0594	0599
------	------	------

### 3.3.2. Fique atento à temperatura de esfriamento do carvão, no forno

O esfriamento do carvão no forno ocorre de forma natural, pela simples troca de calor do forno com o ambiente.

O tempo médio de resfriamento é de três a quatro dias.

Quando o forno atinge temperatura menor que 40°C, nos seus pontos de medição, significa que ocorreu esfriamento do carvão, podendo-se então descarregar o forno.

A temperatura inferior a 40°C indica que não haverá incêndio no interior do forno, quando for aberto.

#### **ATENÇÃO:**

Se forem notadas trincas ou rachaduras no forno, durante o resfriamento, deve-se fazer um barrelamento sobre o mesmo, prevenindo maiores danos.

## 4. DESCARREGAMENTO DO FORNO

O descarregamento de cada forno é feito manualmente, depois que a porta é desfeita.

#### **PRECAUÇÃO:**

Para fazer o descarregamento do forno, deve-se usar os EPI recomendados, prevenindo assim possíveis acidentes.

### 4.1. ABRA A PORTA DO FORNO

Abre-se a porta do forno, derrubando-a, cuidadosamente, separando os tijolos e a argamassa, para que não se misturem ao carvão vegetal.

Foto derrubando porta 0033	Foto separando os tijolos e argamassa 0645
----------------------------	---

### 4.2. SEPRE OS MATERIAIS CARBONIZADOS

Os materiais são separados pelo tipo: carvão, atijos e finos.

#### **ATENÇÃO:**

Uma boa fornada de carvão vegetal deve gerar peças resistentes e poucos finos e atijos.

#### 4.3. DESCARREGUE O CARVÃO COM GARFO METÁLICO APROPRIADO

Coloca-se o carvão sobre uma lona, no setor destinado a ele. O uso da lona é recomendado para manter a integridade e a qualidade do carvão, evitando umidade e mistura com terra.	Foto 0681
--	-----------

#### 4.4. ESTOQUE O CARVÃO EM CONDIÇÕES APROPRIADAS

O carvão pode ser estocado em sacos, amontoado sobre lona e descarregado direto em caminhão até ser transportado, sempre que possível, coberto por lona.

Carvão ensacado Foto 0678	Carvão estocado coberto por lona Foto 0732
------------------------------	---

Carvão descarregado direto no caminhão Foto 0714
---

#### **ATENÇÃO:**

O carvão deve ser colocado em local da área de produção destinado para guardá-lo, se possível, coberto com lona.

0718	0746
------	------

0725	0736
------	------



## LEMBRETES

Você, que já trabalha ou vai trabalhar na produção de carvão vegetal, tem agora em mãos, esta Cartilha que contém os ensinamentos básicos sobre como produzir carvão de forma sustentável.

A cartilha mostra como vantagens principais da “PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CARVÃO VEGETAL” a **preservação ambiental e a obtenção de um carvão de melhor qualidade.**

Você agora já sabe que utilizando esse Sistema Fornos – Fornalha, que aprendeu a construir e operar, está preservando sua saúde e contribuindo para que os gases poluidores produzidos durante a carbonização da madeira, sejam quase que totalmente eliminados durante a carbonização, **não prejudicando o Meio Ambiente, pois são queimados, na fornalha.**

**Além desse benefício, o carvão produzido tem mais qualidade,** em função das tecnologias de produção empregadas, possibilitando assim, maiores ganhos financeiros.

**Resumindo, considera-se que a produção de carvão de forma “limpa” é mais competitiva, num contexto de Economia que cresce, sem prejudicar o Meio Ambiente.**

**Observação:** Além de utilizar a Cartilha, no trabalho que desenvolve ou quer desenvolver, se necessitar de Assistência Técnica, busque a EMATER, para ajudá-lo (a) na implementação do Projeto de Produção Sustentável do Carvão Vegetal.

BOA SORTE!

Março e Abril de 2018



## **BIBLIOGRAFIA**

**SANTOS**, Fernando; **COLODETTE**, Jorge; **QUEIROZ**, José Humberto. “Bioenergia & Biorrefinaria Cana - de- açúcar & Espécies Florestais”. Viçosa MG: [s.n.], 2013. 551 p.

**CETEC** – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1.982 –“Produção e Utilização de Carvão Vegetal” – Séries Técnicas CETEC, Belo Horizonte, 393 p.

**DONATO, B. D.** 2017 –“Desenvolvimento e avaliação de fornalha para combustão dos gases da carbonização da madeira”. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

**IBÁ. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES.** Anuário Estatístico 207, ano base 2016. Brasília, 2017. 80 p.

**VALENTE**, A.F. 1986. “Carbonização de Madeira de Eucalipto”. Informe Agropecuário 141: 74 -79.

**FAEMG/SENAR**, Revista edição Nº 30 agosto de 2017 –“Carvão Vegetal EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE” p 31.







