

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
Departamento de Ciências Florestais

PRINCÍPIOS DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO
DE CARVÃO VEGETAL DE MADEIRA

Prof. José Otavio Brito

DOCUMENTOS FLORESTAIS
Piracicaba (9): 1 –19, mai. 1990

PRINCÍPIOS DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL DE MADEIRA

I. INTRODUÇÃO

A ação do calor sobre a madeira, que é um material predominantemente orgânico, implica na sua total degradação. Temos como consequência o surgimento de uma pequena fração residual que é denominada de “cinzas”, e que corresponde aos elementos minerais quantitativamente minoritários originalmente presentes na madeira. Este fenômeno é denominado genericamente de “pirólise” ou “termodegradação” da madeira.

A pirólise da madeira é um dos fenômenos mais antigos de que se tem conhecimento, e através da sua aplicação controlada, tem sido possível a obtenção de uma série de produtos benéficos ao homem. O carvão vegetal é um deles.

O carvão vegetal é obtido na pirólise mediante a ação do calor que elimina a maior parte dos componentes voláteis da madeira. Vem daí o nome que muitas vezes se dá ao processo de “destilação seca da madeira”. Conforme pode ser observado na Figura 1, durante o processo ocorre uma Concentração de Carbono no carvão vegetal. Vem daí outro termo usado para a identificação do processo que é a “carbonização da madeira”. Essa concentração de Carbono ocorre graças a eliminação da maior parte do Hidrogênio e Oxigênio da madeira.

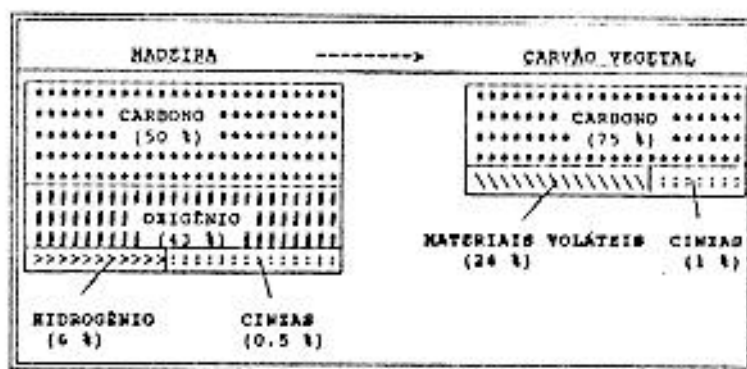


Figura 1 - Esquema de conversão da madeira para carvão vegetais.

Durante a conversão da madeira para carvão vegetal ocorre uma série de outros fenômenos além da concentração de Carbono. Evidentemente que o nível de ocorrência de tais fenômenos está associado ao nível de temperatura que se alcança durante a conversão. De um modo geral são observados diminuição de volume e escurecimento da madeira, abertura e fechamento de poros, fissuração, diminuição a densidade, etc.

Na prática é também usual dar-se ao processo de carbonização da madeira o nome de “carvoejamento”.

A Tabela 1 apresenta alguns detalhes básicos adicionais relativos às 3 fases da transformação da madeira para carvão vegetal.

Convém mencionar que após o carvão ter sido produzido na Fase III, a passagem para as fases seguintes, onde ocorrem temperaturas mais elevadas, fatalmente reduzirá o rendimento do produto. Além disso haverá redução de sua resistência físico-mecânica, em que pese o aumento no seu teor de carbono fixo.

A Figura 2 apresenta um balanço global otimizado da conversão da madeira em carvão vegetal sob condições laboratoriais, até a temperatura de 500 °C.

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Conforme foi mencionado anteriormente, para a produção de carvão vegetal é necessária a aplicação de calor sobre a madeira em quantidade suficientemente controlada para que ocorra apenas a sua degradação parcial. Evidentemente, é nesse princípio que se encontram baseados todos os processos práticos destinados a tal produção. As variações mais importantes que podem existir ficam por conta do dimensionamento do tamanho e capacidade de produção dos equipamentos, materiais construtivos, níveis de controle de processo e origem do calor necessário para o aquecimento da carga de madeira a ser convertida em carvão.

Particularmente, no que diz respeito à origem do calor para o processo, é bastante usual classificar-se os sistemas de produção de carvão vegetal em:

a) Sistemas com fonte interna de calor ou por combustão parcial – onde o calor é fornecido mediante a combustão de parte da carga destinada para carbonização. Neste caso, cerca de 10 a 20% do peso da carga de madeira é “sacrificada” mediante combustão total, gerando o calor necessário ao processo.

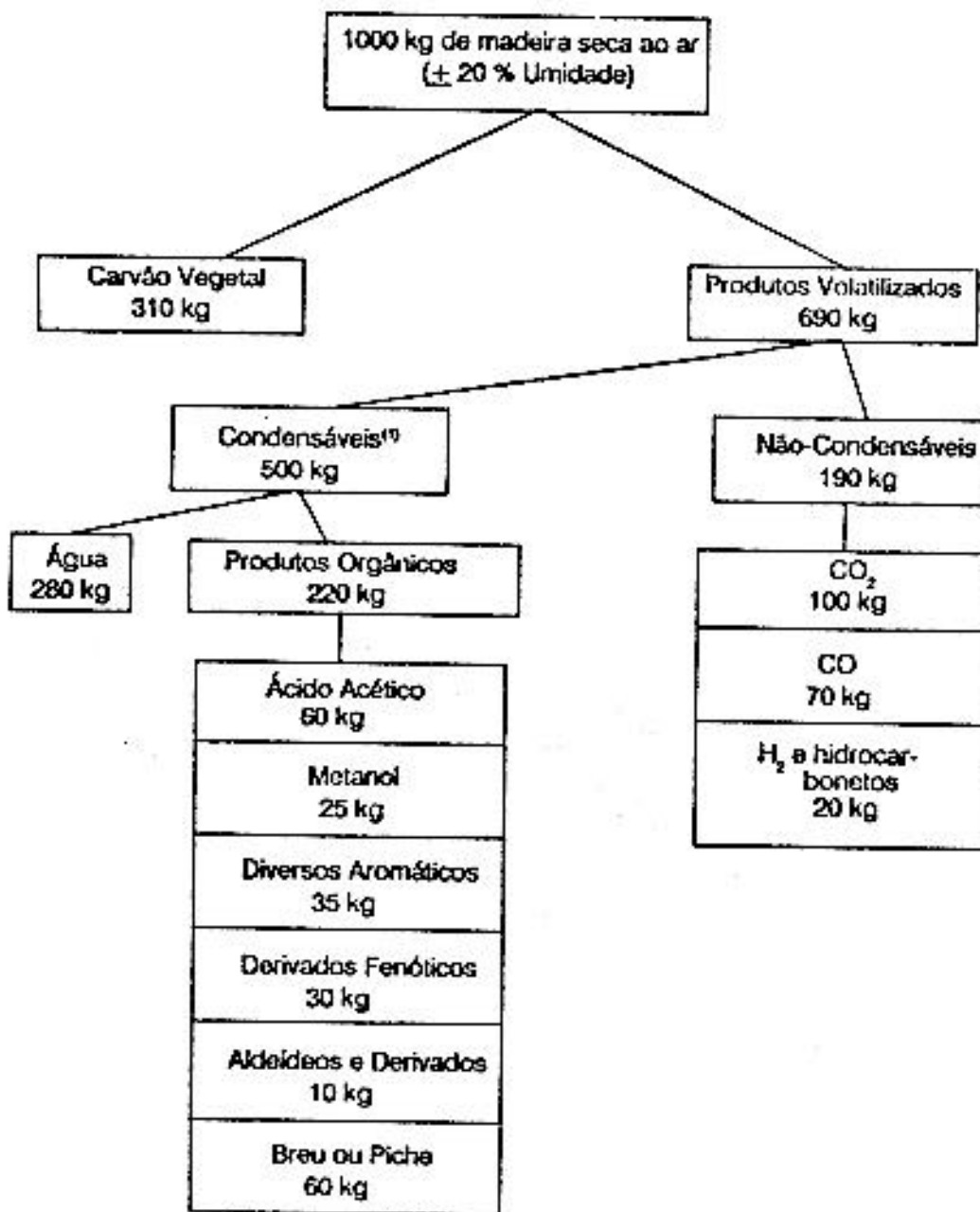
Tabela 1 - Fases do fenômeno de conversão da madeira para carvão vegetal.

Fonte: DOAT, J.& PETROF, G. (1975)

FASE	TEMPERATURA (°C)	FENÔMENOS E PRODUTOS
I	até 200	- poucas reações importantes - perda de umidade - fase endotérmica
II	200 até 270-280	- aumento de reação e na eliminação de gases - a madeira passa para a cor marrom arroxeada - fase endotérmica
III	280 até 250 – 380	- importante fase de reações e grande eliminação de gases - composição de gases: centena de componentes químicos orgânicos (alguns recuperáveis) Ex: Acido Acético, Metanol, Acetona, Fenóis, Aldeídos, Hidrocarbonetos, Alcatrões, etc. - o resíduo final dessa fase já é o carvão vegetal, mas que ainda apresenta compostos volatizáveis em sua estrutura - fase exotérmica
IV	380-500	- redução da saída de gases - o carvão vegetal passa a sofrer uma purificação na sua composição química com a eliminação do restante dos gases voláteis contendo H e O. O carvão torna-se mais rico em carbono em sua estrutura (carbono não volatizável ou carbono fixo) - fase exotérmica
V	Acima de 500	- degradação do carvão - término da carbonização e início da gaseificação do carvão - fase exotérmica

b) Sistemas com fonte externa de calor - o calor é fornecido a partir de uma fonte externa (aquecimento elétrico introdução de calor na carga pela queima externa de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos). Neste caso não há a queima de uma parte da carga para a geração de calor necessário ao processo. Toda a madeira é teoricamente convertida em carvão vegetal, o que resulta num maior rendimento do processo.

Figura 2 – Balanço global da conversão laboratorial da madeira em carvão vegetal até 500 °C, e principais produtos resultantes. Fonte : BRIANE, D. & DOAT, J. (1985)



A seguir são fornecidos alguns detalhes adicionais sobre os principais processos de obtenção de carvão vegetal da madeira.

2.1. Processos com fonte interna de calor

Os processos com fonte interna de calor caracterizam-se por serem predominantemente artesanais, e são os mais amplamente difundidos em países do terceiro mundo. A quase que totalidade das 10 milhões de toneladas anuais de carvão vegetal produzidas no Brasil (maior produtor mundial, respondendo por cerca de 30% do total) é obtida através desses processos.

O princípio básico de tais processos é a colocação da carga no interior de um invólucro denominado de “forno”, (geralmente construído em alvenaria, chapa metálica ou com a mistura de ambos), a coloração de fogo e queima controlada de parte da carga de madeira. A queima é realizada mediante a admissão controlada de ar no interior da carga, o qual fornece o Oxigênio necessário ao recesso. Os gases resultantes normalmente são removidos

através de urna ou varias chaminés. Os rendimentos gravimétricos desses processos para a obtenção de um bom carvão, em geral, não ultrapassam 40%. Como conseqüência 60% do peso de uma carga de madeira a ser processada transforma-se em gases. A Figura 3 apresenta o esquema de um modelo de condução de carbonização pelo sistema com fonte interna de calor.

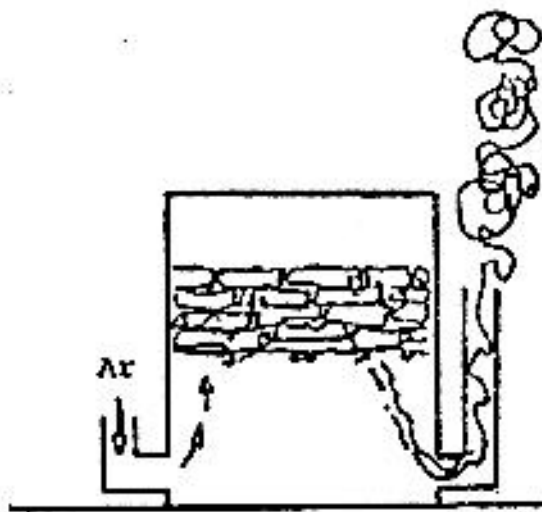


Figura 3 - Modelo de condução de carbonização com fonte interna de calor

Existem dezenas de possibilidades construtivas para os fornos com sistemas por combustão parcial. Ocorre que, no geral, por razões econômicas e pela relativa facilidade para encontrar-se pessoal experiente para a construção e produção do carvão em tais equipamentos, os fornos de alvenaria tem sido os mais amplamente utilizados em nosso País. Eles podem variar na forma, tamanho, número de chaminés, e outros pequenos detalhes, mas em suas construções geralmente são empregados simplesmente tijolos comuns. Esses tijolos são assentados através de barro preparado mediante uma mistura adequada de terra argilosa com terra arenosa.

O cuidado e a qualidade na construção dos fornos é um fator crucial em termos da durabilidade e sucesso operacional dos mesmos. Sempre que possível deve ser dada preferência pela escolha de pessoal com experiência comprovada para a escolha de local, material e a construção do forno propriamente dita. Deve-se evitar ao máximo o emprego de pessoal inexperiente.

Alguns detalhes relativos a instalação de fornos que merecem ser citados são:

- a) deve-se optar por locais de solo firme e compacto;
- b) evitar locais com constante excesso de umidade no solo para evitar o chamado “bombeamento de água” do mesmo;
- c) se o número de fornos a serem construídos for grande, deve-se sempre optar pela ordenação e alinhamento dos mesmos;
- d) o alinhamento dos fornos deve sempre ser preferencialmente paralelo à direção predominante dos ventos para maior facilidade operacional de controle de admissão de ar;
- e) dar atenção especial a questão do escoamento de água de chuvas;
- f) prever áreas de carga, descarga, depósitos bem como futuras ampliações, evitando na medida do possível a mistura de áreas que ventilam a ter atividades operacionais muito diferenciadas.

Normalmente dá-se o nome de “carvoaria” para a unidade ou local onde concentram-se os fornos, além de todas as atividades que envolvam desde operações de recebimento de madeira até o despacho do carvão produzido. Dá-se o nome de “bateria” para um determinado número de fornos, dentro de uma carvoaria, e que são conduzidos por uma equipe específica de mão-de-obra.

Com relação a condição da carbonização a opção por pessoal experimental também é importante fator a ser considerado. No entanto, o constante treinamento de novo pessoal deve ser também estimulado. É preciso estar alerta para o fato de que os processos aqui em questão são bastante artesanais, e todos os detalhes de rendimento e qualidade de produção estarão constantemente nesta dependência.

Na condução dos processos por fonte interna de calor existem algumas regras básicas que merecem ser destacadas. São elas:

- a) existência de urna boa uniformidade de penetração de ar no interior da carga do forno;
- b) evitar disparidades acentuadas no que diz respeito ao diâmetro das peças a serem carbonizadas;
- c) quando possível evitar a mistura de espécies de madeiras com características marcadamente diferenciadas;
- d) as Peças de madeira a serem carbonizadas devem sempre ser colocadas verticalmente em relação aos seus comprimentos;
- e) as peças com maior diâmetro devem ser colocadas no centro do forno, onde em geral ocorrem as maiores temperaturas durante a carbonização;
- f) deve haver uma boa vedação do forno durante a carbonização, exceto nos orifícios de entrada de ar e chaminés, e vedação total durante o seu resfriamento;
- g) deve ser dada preferência pelo acendimento da carga do forno pela sua parte superior visto que a condução da carbonização se dá de cima para baixo;
- h) desenvolver uma frente de carbonização homogênea desde a parte superior da carga, mantendo-a nessa condição até que seja atingida a parte mais baixa da mesma,
- i) manter uma média de temperatura interna do forno na fase exotérmica, geralmente entre 350 e 380 graus centígrados.

O final do processo de carbonização geralmente é atingido quando não mais se observar a saída de grande volume de fumaça pela chaminé do forno, e a coloração da fumaça tender para azul transparente. E a indicação para a total vedação do forno e início de seu resfriamento.

A seguir são apresentados alguns detalhes dos tipos de fornos de alvenaria mais usados no Brasil.

2.1.1. Forno meia-laranja ou rabo- quente

A Figura 4 apresenta um desenho desse modelo de forno construído com tijolos, geralmente sem chaminé, e com uma porta. A sua capacidade volumétrica efetiva pode variar desde 9 m³ (mais usual no Brasil), até 50 m³ de madeira. O diâmetro de sua base pode ser de 3 a 7 m e sua altura total de 3.50 a 3.70 m. Devido a sua forma semi-esférica, em geral, utiliza-se madeira com comprimento máximo girando entre 1.20 e 1.30 m para uma melhor ocupação interna do volume do forno. Exemplo de produção:

- volume de madeira* = 20 m³
- ciclo total = 10 dias (240 h)
- produção = 1.7 t cv/ciclo
- relação de volume = 2.5 m³ lenha/m³ cv**
- produtividade = 0.33 kg cv/m³ lenha. hora

* Toda expressão “m³” indicada neste trabalho para volumes de madeira refere-se ao chamado “metro estercó” (st).

** Toda expressão “m³” indicada neste trabalho para volumes de carvão vegetal refere-se ao chamado “metro de carvão” (mdc).

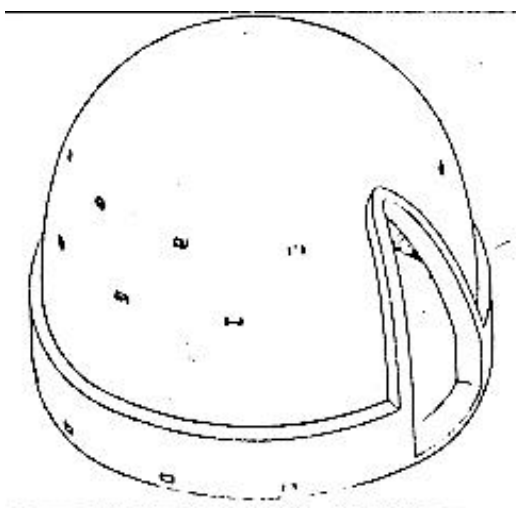


Figura 4 - Forno meia-laranja ou rabo-quente

Fonte: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

2.1.2. Forno de encosta ou de barranco

As Figuras 5 e 6 apresentam desenhos desse forno, também construído com tijolos, geralmente com 1 a 3 chaminés e uma porta. A sua capacidade efetiva varia entre 18 e 25 m³ de madeira. Possui diâmetro da base entre 4 e 6 m e altura total entre 2.50 e 2.80 m. Pelo fato de possuir formato cilíndrico na maior parte de sua construção, pode aceitar madeira acima de 2.00m de comprimento. Exemplo de produção:

- volume de madeira = 20 m³
- Ciclo total = 10 dias (240 h)
- produção = 2.1 t cv/ciclo
- relação de volume = 2.3 m³ lenha/m³ cv
- produtividade = 0.44 kg cv/m³ lenha. hora

2.1.3 Forno colmeia ou de superfície

A figura 7 apresenta um desenho desse forno também construído com tijolos : geralmente com 1 a 6 chaminés, e com 1 ou 2 portas. A sua capacidade efetiva varia entre 35 (mais comum no Brasil) e 150 m³ de madeira, Possui diâmetro da base entre 5 e 8 m e altura total entre 3.20 e 5.00 m. Pode também aceitar madeira com até 2.00 m de comprimento. Exemplo de produção:

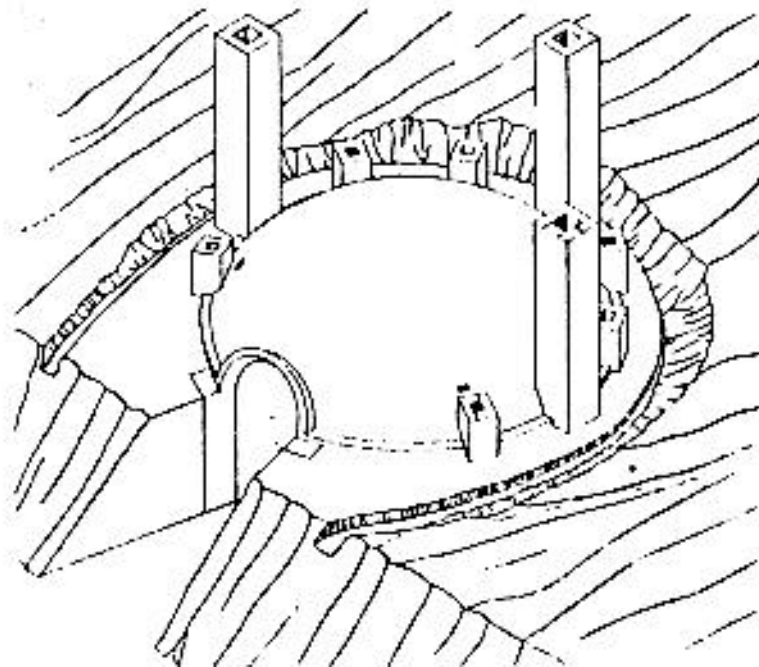


Figura 5 – Forno de Encosta ou de barranco

Fonte : FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

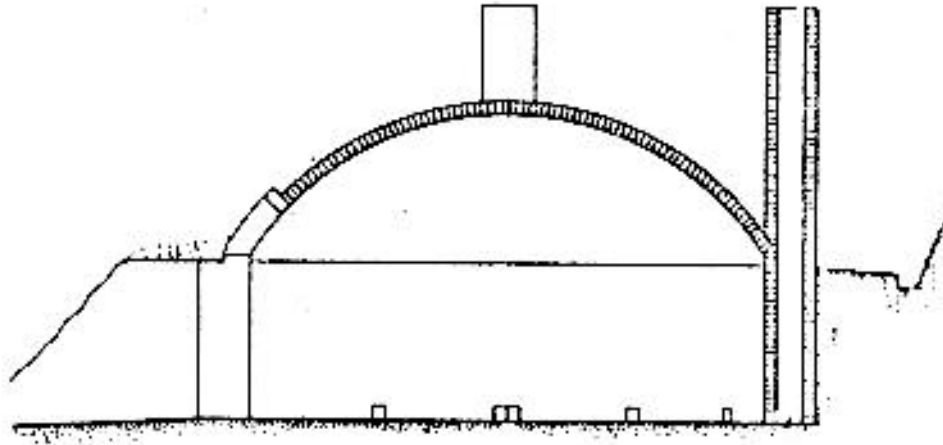


Figura 6 – Forno de Encosta ou de barranco

Fonte : FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

- volume de madeira = 36 m^3
- ciclo total = 10 dias (240 h)
- produção = 4.0 t cv/ciclo
- relação de volume = $2.25 \text{ m}^3 \text{ lenha/m}^3 \text{ cv}$
- produtividade = $0.46 \text{ kg cv/m}^3 \text{ lenha. hora}$

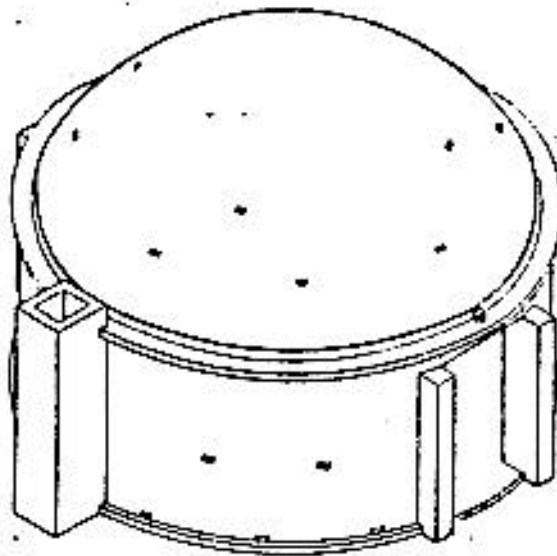


Figura 7 - Forno colmeia ou de superfície

Fonte: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

2.2. Processos com fonte externa de calor

Existem possibilidades da construção de fornos segundo os modelos anteriormente citados, mas que podem operar com calor originário de uma fonte externa. Um exemplo dessa possibilidade é a adaptação que é feita no forno do tipo colmeia, com a colocação de uma câmara externa de geração de calor. As Figuras 8 e 9 apresentam desenhos desse tipo de forno.

Nesse tipo de forno o calor é admitido na carga através de gases quentes gerados na fornalha, obtidos da queima de madeira,³ ou resíduos florestais não aproveitáveis para transformação em carvão vegetal. Quando se faz a queima de madeira propriamente dita, o consumo da mesma é menor que o observado no processo com fonte interna de calor.

A carbonização é conduzida mediante o controle da combustão na câmara, não havendo necessidade de orifícios no corpo do forno para a entrada de ar.. Os gases são expelidos pela chaminé, e o volume e coloração dos mesmos são auxiliares para a operação do forno.

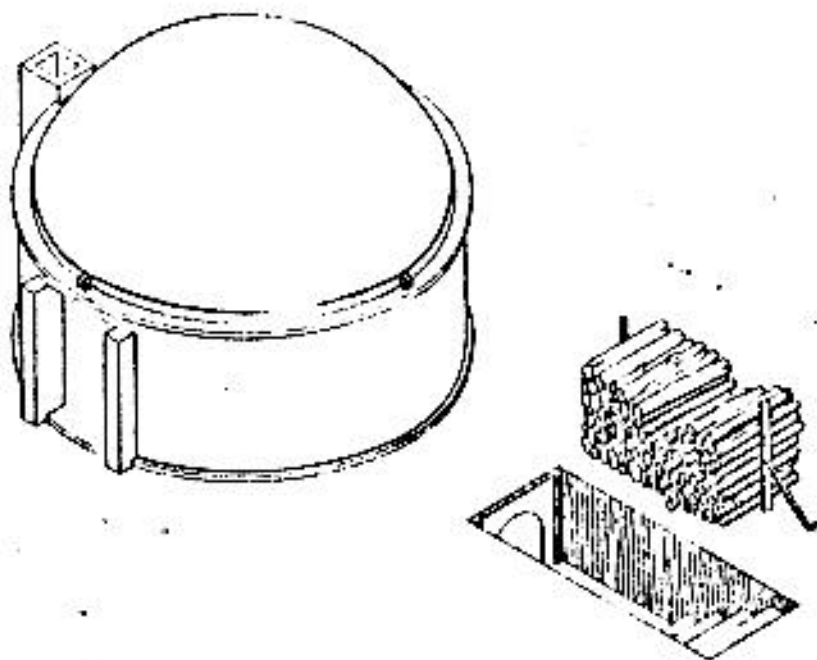


Figura 8 – Forno de colméia ou câmara externa

Fonte : FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

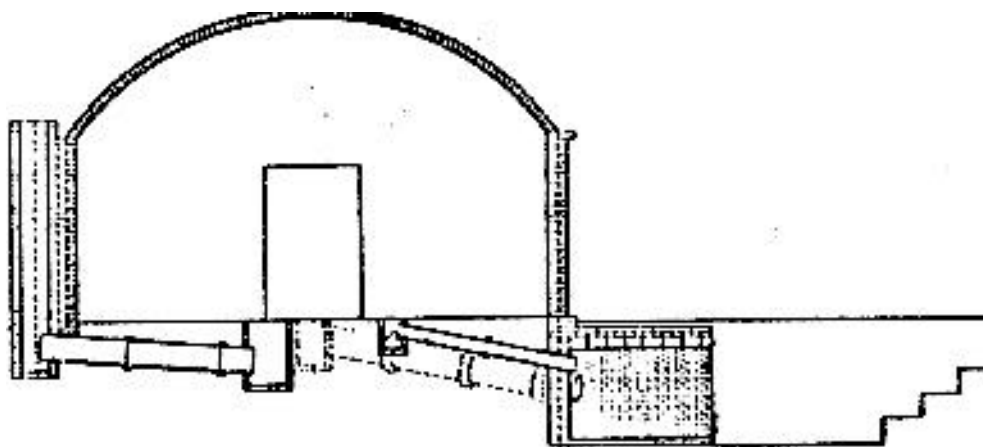


Figura 9 – Forno de colméia ou câmara externa

Fonte : FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (1982)

A nível mundial, a utilização de câmaras em fornos convencionais de tijolos não é novidade. No entanto, só recentemente tal idéia passou a ser preconizada em nosso País. Há informações obtidas em testes experimentais de que a produtividade do forno colmeia, adaptado com câmara externa, quando comparada à produtividade do forno colmeia convencional, é 30% mais elevada.

Se bem que existam possibilidades da adaptação de fornos convencionais, os sistemas de produção de carvão vegetal com fonte externa de calor desenvolveram-se mais acentuadamente no caso das “retortas”.

As retortas são em geral equipamentos que lançam mão da combustão externa de gases recuperados do próprio processo para a geração de calor, melhorando assim a eficiência de conversão. As atuais concepções de retortas são projetadas para serem construídas, verticalmente ou horizontalmente, em material metálico, e com dimensões que

permitem grandes produções num único equipamento. Além disso, pode-se obter carvão de melhor e mais homogênea qualidade em função das condições mais ideais de controle de processo.

A nível de produtividade as retortas, de acordo com os diferentes modelos e dimensões, podem apresentar valores que vão de 10 até 70 kg cv/m³ lenha. hora. Modernamente, há exemplos de retortas que, individualmente, podem chegar a produzir por ano o equivalente a 350 fornos de alvenaria do tipo colmeia, com capacidade para 35 m³ de madeira.

Na maioria das retortas, além da recuperação e queima de gases do próprio processo para a geração de calor, prevê-se também a obtenção de gases inertes, que são utilizados no resfriamento do carvão produzido. Em muitas concepções de retortas, com a recuperação de gases, pode-se prever também a obtenção de produtos químicos contidos nos mesmos. Qualitativamente, a gama de produtos que podem ser obtidos desses gases é bastante grande. GOLD STEIN (1979), por exemplo, faz referências a identificação de cerca de 230 compostos químicos nos gases do processo de carbonização de madeiras. Na prática os compostos químicos são recuperados na massa de dois produtos líquidos básicos condensáveis, quais sejam o alcatrão e o licor pirolenhoso, conforme a descrição efetua da anteriormente na Figura 2.

Industrialmente, há referências de sistemas de retortas onde, para cada 1 tonelada de madeira, são obtidos:

- 308kg de Carvão Vegetal
- 100kg de Alcatrão
- 65kg de Ácido Acético
- 25kg de Metanol

As figuras 10 e 11 exemplificam esquemas referentes a retortas para produção de carvão vegetal madeira.

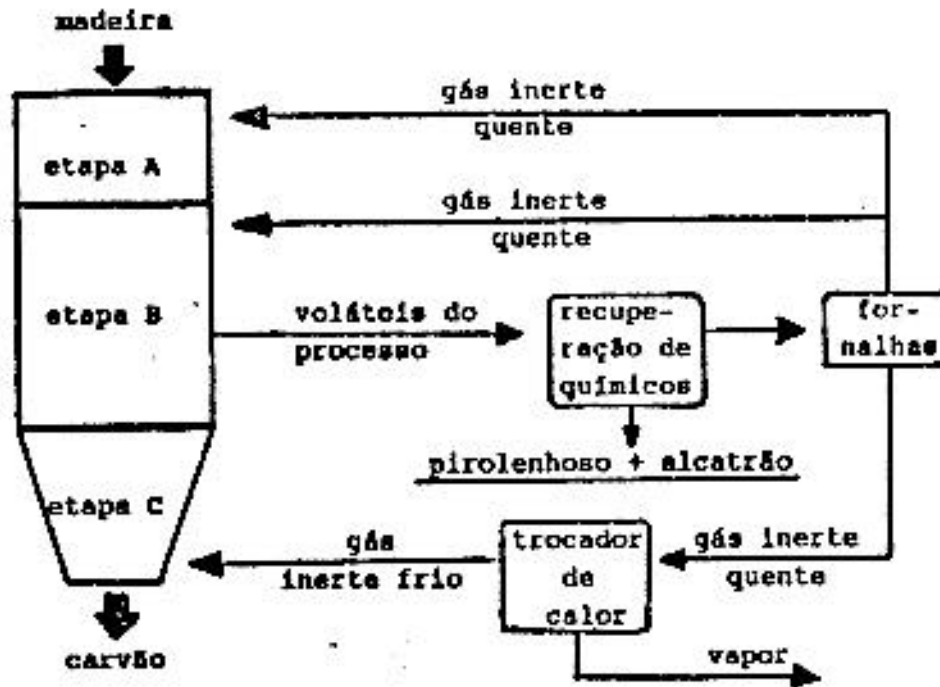
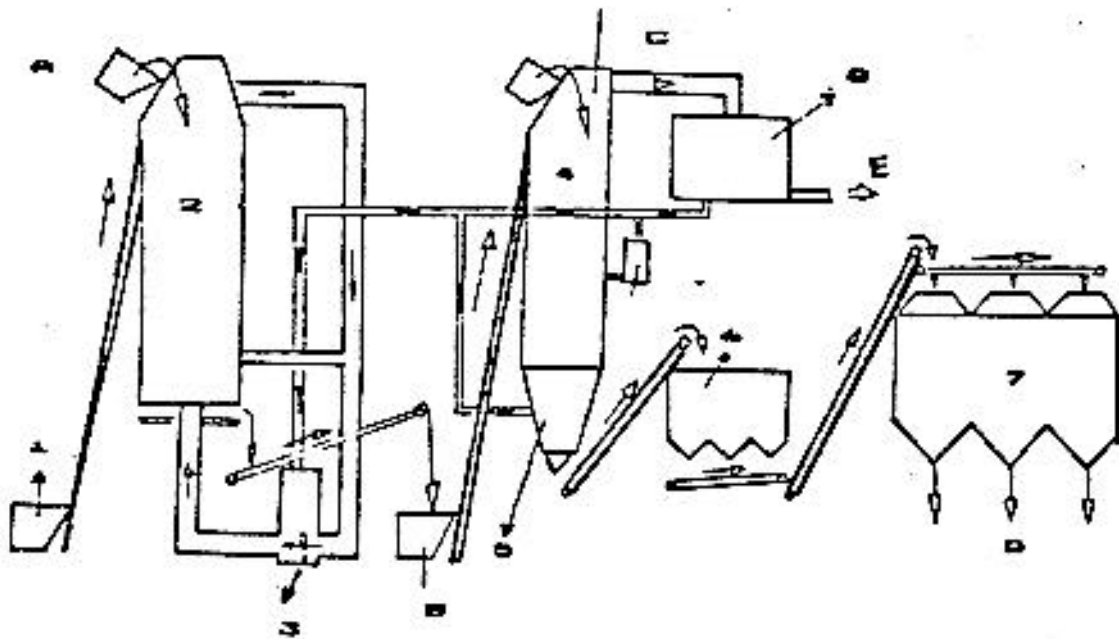


Figura 10 – Esquema de Carbonização em retorta.



- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1 – skip | A – madeira verde |
| 2 – Secador | B – madeira seca |
| 3 – fornalha | C – gases voláteis |
| 4 – retorta | D – carvão vegetal |
| 5 – resfriamento do carvão | |
| 6 – peneiramento do carvão | |
| 7 – estocagem do carvão | |
| 8 - condensadores | |

Figura 11 – Fluxograma de um sistema de produção de carvão em retorta.
 Fonte: BRIANE, D. & DOAT, J. (1985)

3. ASPECTOS QUANTITATIVOS, PROBLEMAS E PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO E DO CONSUMO DE CARVÃO VEGETAL NO BRASIL

3.1. Produção e consumo de carvão vegetal no Brasil

De acordo com o MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1989), no ano de 1988 foram empregados em nosso País em torno de 114.0 milhões de metros cúbicos sólidos de madeira destinada à obtenção de carvão vegetal. Representando 67.0 % do total de madeira usada para energia no Brasil naquele ano, tal volume permitiu a produção de aproximadamente 10.0 milhões de toneladas de carvão vegetal. Esse número coloca o Brasil como o maior produtor mundial do produto.

A produção de carvão vegetal, no Brasil, é destinada ao atendimento da demanda de diversos segmentos da indústria (siderurgia, metalurgia, cimento, etc), bem como para utilização residencial urbana e rural. A principal utilização, no entanto, ocorre na indústria de siderurgia.

Em 1988, o consumo de carvão vegetal na siderurgia nacional situou-se na ordem de 7.8 milhões de toneladas, ou seja 86.7 % do consumo nacional do produto.

Na siderurgia o carvão vegetal está concentrado pelo menos 1/4 de toda nossa produção de ferro-gusa e 1/2 de toda nossa produção de ferro-ligas. Nesse parque estão lotadas um pouco mais de uma centena de empresas, todas praticamente pertencentes à iniciativa privada. Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARVÃO VEGETAL (1989), computando-se desde a atividade da produção florestal, passando pela atividade de produção de carvão vegetal e de produção siderúrgica, o setor gerou no ano de 1988, mais de 250 mil empregos, proporcionou uma arrecadação de impostos de quase 400 milhões de dólares, e um faturamento de cerca de 3.4 bilhões de dólares no mercado interno, e de quase 1.0 bilhão de dólares com exportações.

Nesse ponto, é importante mencionar que, ao contrário do que ocorre na siderurgia o carvão vegetal, a siderurgia nacional baseada no coque de carvão mineral possui uma alta dependência externa. Em torno de 80% do carvão

usado em nossa siderurgia a coque é importado, o que tem representado saídas anuais importantes de divisas de nosso País. O carvão mineral nacional, quantitativamente suficiente para a obtenção de coque siderúrgico, não o é qualitativamente, tendo as indústrias restrições ao seu uso, devido ao grau de impurezas, cinzas e enxofre que contém.

O uso do carvão vegetal, responsável inclusive pelo surgimento da indústria siderúrgica em nosso País, pode ser considerado como irreversível no atendimento da demanda por insumos energéticos e redutores desse segmento industrial brasileiro. São fortes os elementos de ordem técnica, associados à total possibilidade de se alcançar a auto-suficiência e independência de suprimento do insumo. Além disso, há elementos de ordem econômica, não só em termos de custos, mas, e principalmente, pelas características de qualidade dos produtos obtidos.

No entanto, é evidente que a expressividade dos números envolvidos na produção e consumo de carvão vegetal refletem-se por sua vez em outros problemas.

3.2. Matéria-prima para produção de carvão vegetal no Brasil

O primeiro e talvez mais importante dos problemas ligados ao carvão vegetal é o da oferta de matéria-prima para sua produção.

É bastante conhecido o fato de que pelo menos 2/3 da matéria-prima usada na obtenção de carvão vegetal em nosso País tem origem das matas nativas e áreas de cerrado.

É fato real que a disponibilidade de material lenhoso proveniente de florestas nativas, permitiu o desenvolvimento crescente da siderurgia a carvão vegetal. A demanda de produtos agrícolas cresceu com o aumento do consumo interno e da exportação, criando fronteiras novas de produção. O conseqüente desmatamento, seja diretamente com recursos do produtor ou com financiamentos de programas do Governo, têm gerado em Minas Gerais, Goiás, Sul da Bahia e Mato Grosso, condições para o fornecimento de madeira, que ao invés de ser simplesmente queimada, vem sendo transformada em carvão vegetal.

Não se pode negar que a atividade de produção de carvão vegetal, tal como hoje ela é praticada junto às fronteiras de desenvolvimento agrícola, tem alguns vínculos negativos em relação à questão ambiental. Por outro lado, é importante ponderar-se que, particularmente em tais regiões, e numa outra visão do problema, pode-se conceder alguns créditos positivos para a atividade. É que, além do benefício econômico do aproveitamento da madeira, a emissão de gases, e particularmente o CO₂, é provavelmente menor do que aquela que ocorre quando simplesmente se utiliza a combustão total da madeira, como freqüentemente se verifica nas queimadas das florestas. É que na carbonização, de 30 a 40 % da madeira submetida ao processo é recuperada na forma de carvão vegetal e, portanto, não é convertida em gases. Além de menor, a emissão de gases é diluída ao longo de todos os meses do ano, e não brutalmente concentrada na época de estiagem, como ocorre nas queimadas.

Independentemente desses aspectos, ocorre que a sustentação de uma importante parcela da produção siderúrgica baseada no carvão vegetal obtido de madeira de matas nativas está se tornando difícil. A mata nativa está hoje escasseando, principalmente junto às usinas siderúrgicas, pois grande parte do desenvolvimento agropecuário já se encontra estabelecido nessas áreas. A conseqüência disso é o distanciamento cada vez maior dos pontos de produção de carvão vegetal, os quais muitas vezes estão localizados a 1000 km dos centros de consumo. Tal situação tem levado os consumidores a empenharem-se no estabelecimento de programas de reflorestamento com espécies de rápido crescimento para o atendimento da demanda de madeira. No aspecto mais amplo do contexto nacional, os reflorestamentos já conseguem suprir 22 % do volume de carvão vegetal consumido em nosso País. No entanto, algumas importantes empresas do setor siderúrgico possuem índices que chegam a 100 % de auto-suficiência.

Mencione-se que de 1979 a 1988, a taxa de consumo de carvão vegetal oriundo da mata nativa mostrou um crescimento de 189 %, enquanto que a taxa de consumo de carvão vegetal oriundo de reflorestamentos cresceu 369% no mesmo período. Em 1988, os reflorestamentos forneceram o equivalente a 16 milhões de metros cúbicos de madeira para a produção de carvão vegetal.

Outro ponto importante ligado à oferta de madeira para a produção de carvão vegetal, diz respeito ao manejo racional das florestas nativas.

A capacidade de recuperação de cerrados em Minas Gerais, com vistas a uma maior e constante produção de madeira para produção de carvão vegetal, tem sido alvo de estudos há muitos anos. Em algumas regiões do Estado, esta prática já é adotada pelo produtor de carvão vegetal, sendo possível encontrar-se exemplos reais da recomposição do cerrado 8 a 10 anos após o corte. Não fosse a especulação motivada pela expansão agrícola,

provavelmente esta prática poderia ter uma expressão muito mais significativa no cenário da produção de carvão vegetal. Um programa de zoneamento, que impusesse a prática do manejo sustentado de florestas e do cerrado em algumas áreas do Estado de Minas Gerais, poderia ser bastante positivo, quer seja na possibilidade da continuidade da oferta de madeira para a manutenção da atividade econômica da produção de carvão vegetal, quer seja pela contribuição ecológica em razão da manutenção de vastas áreas com cobertura vegetal em regime de manejo sustentado.

3.3. Tecnologias de produção de carvão vegetal no Brasil

O segundo grande problema envolvido com o carvão vegetal liga-se à questão da tecnologia empregada na sua produção.

O nosso carvão vegetal é hoje produzido, em sua maior proporção, da mesma forma como o era há um século. A tecnologia é primitiva, o controle operacional dos fornos de carbonização é pequeno, e não se pratica o controle qualitativo e quantitativo da produção.

Além desses aspectos, a tecnologia atualmente empregada descarta através da emissão de gases, milhares e milhares de toneladas de componentes químicos. Conforme mencionado anteriormente, do processo de carbonização, aproveita-se de 30 a 40 % da madeira na forma de carvão vegetal. O restante é simplesmente lançado na atmosfera na forma de gases.

Apesar da atividade não se encontrar concentrada num único ponto, com grande dispersão de centros de produção no meio rural, o resultado global das emissões de gases é importante, tanto a nível da perda de produtos químicos valiosos que poderiam ser economicamente recuperados, bem como ao nível de aspectos ambientais.

Preocupadas com a questão, algumas das mais importantes empresas do setor, vêm há vários anos realizando ações no sentido de estudos e efetivas implantações de sistemas de recuperação desses produtos gasosos para a geração de insumos químicos e energéticos. Algumas empresas já tem como rotina a recuperação de parte desses produtos na forma de alcatrão para uso como combustível. Diga-se de passagem que as tecnologias para a recuperação desses produtos são totalmente disponíveis, e tem sido historicamente utilizadas em várias partes do mundo.

É evidente que, a adoção de soluções de mais amplo espectro para a recuperação de outros produtos da carbonização, implicam em profundas alterações na sistemática hoje utilizada no Brasil. São alterações que exigem, em primeiro lugar, a adoção de modernas tecnologias e modernos conceitos agro-industriais, fugindo assim da definição que ainda se dá a esta atividade em nosso País, como sendo algo marginal e secundário da atividade rural. Além disso, exigem significativos investimentos iniciais, principalmente, se comparados àqueles necessários para a produção de carvão vegetal pelo modelo tradicional. No entanto, hoje, a sociedade não mais admite, qualquer que seja situação ou atividade, a não agregação de custos relacionados à necessidade da minimização dos impactos sobre ambiente. E eis que chegou a vez do carvão vegetal. Se os investimentos são maiores, os ganhos ambientais, no entanto, são muito significativos. Importantes exemplos da possibilidade da produção de carvão vegetal em total consonância com as modernas conceituações de controle ambiental podem ser presenciados em várias fábricas do produto localizadas na Europa, em países como a França, Alemanha, Inglaterra, Bélgica, Iugoslávia, etc.

Tais tecnologias já estão disponíveis no Brasil, quer através de iniciativas de desenvolvimento por parte de empresas nacionais, quer pela colocação de tecnologias adaptadas do exterior.

3.4. Perspectivas da produção e consumo de carvão vegetal no Brasil.

Dessa forma, na convicção de que o Brasil manterá o seu parque siderúrgico a carvão vegetal], além de outros segmentos consumidores desse produto, em franca, expressiva e crescente atividade, fica também a certeza da cada vez maior transformação de conceitos e práticas a ela vinculados. E sem sombra de dúvidas, as questões de ordem ambiental e econômica terão um grande papel para a imposição dessa transformação.

Será uma transformação que conduzirá necessariamente ao incremento da área reflorestada em nosso País, além de forçar o emprego de tecnologias mais racionais de manejo e exploração florestal, em adequada conjugação com o que recomendam as mais modernas estratégias ecológicas. Quanto aos processos de obtenção de carvão vegetal, haverá indução para o emprego de tecnologias que contemplem formas de recuperação e de aproveitamento de outros produtos, além do carvão vegetal. Com isso, serão minimizadas as emissões de produtos poluentes, além de diretamente levarem a uma maior valorização da madeira como matéria-prima.

As respostas tecnológicas para a maioria desses pontos estão disponíveis, havendo apenas necessidade de uma estratégia política para o setor e do incentivo e da disposição para colocá-las em prática.

4. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARVÃO VEGETAL. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, 1989. 12 p.

BRIANE, D., DOAT, J. *Guide Technique de la Carbonization*. Aix-en-Provence, EDISUD, 1985. 180 p.

DOAT, J. & PETROF, G. La Carbonization des Bois Tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent sur Marne, (159): 55-64, 1975.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. *Manual de Construção e Operação de Fornos de Carbonização*. Série de Publicações Técnicas 007, Belo Horizonte, 1982. 55 p.

GOLDSTEIN, I. S. *Organic Chemicals from Biomass*. Boca Raton, CRC Press, Inc., 1978. 310 p.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional*. Brasília, 1989. 136 p.