

ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL EM FORNOS DE ALVENARIA¹

Charcoal Production Organization in Brick Kilns

Paulo César da Costa Pinheiro², Ronaldo Santos Sampaio³ e José Gonçalves Bastos Filho⁴

Resumo: Cerca de 80% da produção de carvão vegetal no Brasil é realizada em fornos de alvenaria do tipo rabo-quente ou JG. Um planta de carbonização é constituída por várias baterias de fornos de carbonização. Na organização tradicional das carvoarias, cada bateria está sob a responsabilidade de um carvoeiro, que cuida da carga, da descarga, do acendimento e da manutenção dos fornos. Este artigo apresenta a organização das carvoarias em células, mostrando suas vantagens e ganhos.

Palavras-chave: Carvão vegetal, produção de carvão vegetal, fornos de alvenaria e organização.

Abstract: Around 80% of the charcoal production in Brazil is performed using brick kilns. A charcoal production plant is constituted by various batteries of brick kilns. In traditional charcoal plants, each battery is under the responsibility of a charcoal worker who handles kiln loading, unloading, lighting and maintenance. This article presents the organization of kilns in cells, listing its advantages.

Keywords: Charcoal, charcoal production, brick kilns, organization.

1 INTRODUÇÃO

Cerca de 80% da produção de carvão vegetal no Brasil é realizada em fornos de alvenaria do tipo rabo-quente ou JG. Raramente a planta de carbonização consta de um único forno; em geral os fornos estão construídos em grupos. Chama-se carvoaria o local onde estão localizados os fornos de carbonização, e onde são realizadas todas as atividades de carbonização, desde o recebimento de madeira até o despacho do carvão produzido. Chama-se bateria um conjunto de

fornos da carvoaria, conduzidos por uma equipe específica de mão-de-obra.

Para o correto funcionamento de uma carvoaria é necessário dividir tarefas e responsabilidades. Diversas funções são encontradas em uma carvoaria (Tabela 1).

O tempo normal de corrida de um forno rabo-quente ou JG é sete dias, desde o acendimento do fogo até a retirada do carvão. São três dias para carbonizar, três dias para esfriar e um dia para descarregar e encher o forno. A produção de um forno rabo-quente

¹ Recebido para publicação em 3.7.2006 e aceito em 8.9.2006.

² Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Av. Antonio Carlos 6627, 31270-901 Belo Horizonte-MG, <pinheiro@netuno.lcc.ufmg.br>. ³RSCConsultants Ltda., Rua Ribeiro Junqueira, 161a, 30315-210 Belo Horizonte-MG, <ronaldo@issbrazil.org>. ⁴Carbojota - Rua L, 41, Boa Esperança, 35790-000 Curvelo-MG, <jgbastos@uai.com.br>.

ou JG é cerca de 5 m³ de carvão (MDC) por fornada.

Cada carvoeiro é capaz de descarregar e carregar dois fornos por dia. Considerando uma jornada de trabalho de seis dias por semana, dimensiona-se uma carvoaria com 12 fornos por carvoeiro, e com cinco dias, dez fornos.

No dimensionamento da carvoaria deve-se levar em consideração a logística de transporte de carvão. A carga em um caminhão *truck* é cerca de 65 a 70 MDC, que é produzida semanalmente por 12 a 13 fornos, e a carga de uma carreta é de 100 a 110 MDC, 20 a 22 fornos (Tabela 2).

A remuneração dos carvoejadores pode ser realizada por forno, por metro cúbico de carvão (MDC) produzido ou pela média da carvoaria. A remuneração por MDC resulta em uma maior produtividade, pois o carvoeiro tem de encher melhor o forno com a lenha. A remuneração por forno permite maior

flexibilidade administrativa, sobretudo devido à não-necessidade de medição da produção no momento da carga de carvão. A remuneração pela média de carvoaria é de mais difícil implementação, devido à diferença de produtividade dos carvoeiros.

2 A CARVOARIA ANTIGA

As carvoarias antigas eram familiares, onde trabalhavam o carvoeiro, a esposa e os filhos. Raramente empregavam ajudantes externos. O tamanho da carvoaria dependia da disponibilidade de mão-de-obra da família. A maioria dos carvoeiros ainda em atividade aprendeu a prática de fabricação de carvão deste modo. Os fornos utilizados eram do tipo rabo-quente.

Na década de 1980, com o acirramento da fiscalização das leis trabalhistas e ambientais, deixaram de existir as carvoarias familiares, e começou a organização das carvoarias.

Tabela 1 - Funções em uma carvoaria
Table 1 - Charcoal plant functions

Operador	Funções
Carvoeiro	Responsável por descarregar e carregar o forno, tecer e rebocar a porta e colocar fogo na pegadeira.
Carbonizador	Responsável pela condução da carbonização de todos os fornos.
Zelador (Barrelador)	Responsável pela vedação e barrelamento do forno.
Encarregado	Administrador da carvoaria. Recebe a lenha, expede o carvão, controla os estoques de carvão e lenha, administra os funcionários da carvoaria.

Tabela 2 - Exemplo do dimensionamento de uma carvoaria
Table 2 - Charcoal plant dimension

Fornos	Mão-de-Obra	Funcionamento	Produtividade
84 fornos 7 baterias/12 fornos	7 carvoeiros 1 zelador 1 carbonizador 1 encarregado	6 dias/semana	14 fornos/dia 84 fornos/semana

3 A ORGANIZAÇÃO TRADICIONAL DAS CARVOARIAS ATUAIS

Na organização tradicional, a carvoaria é dividida em baterias de 12 fornos. Cada carvoeiro opera e é responsável por uma determinada bateria (Tabela 3).

Esse sistema é utilizado sobretudo para simplificar o gerenciamento da mão-de-obra, em detrimento do gerenciamento da produção. Como em cada uma das baterias existem fornos em todos os estágios da carbonização (acendimento, carbonização e resfriamento), é preciso que o carbonizador percorra todos os fornos da carvoaria periodicamente, para controlar a carbonização. Uma carvoaria com 84 fornos possui mais de 450 m de extensão, o que torna o serviço do carbonizador maior.

4 A ORGANIZAÇÃO DAS CARVOARIAS EM CÉLULAS

O dimensionamento de uma carvoaria é de 12 fornos por carvoeiro. A carvoaria é dividida em células, cujo número de fornos igual é duas vezes o número de carvoeiros. A cada

dia os carvoeiros descarregam e recarregam todos os fornos de uma determinada célula, e o carbonizador dá a partida em todos esses fornos. No dia seguinte, a mesma operação é realizada na próxima célula, até completar toda a carvoaria.

4.1 Vantagens da organização em células

Como todos os fornos de uma mesma célula tiveram partida no mesmo dia e hora, eles se encontram no mesmo estágio da carbonização, o que permite as seguintes vantagens:

- 1) Padronização do ciclo de processo.
- 2) Comparação do andamento do processo de carbonização entre os fornos de uma mesma célula.
- 3) Facilita o controle da carbonização, diminuindo o trabalho do carbonizador e do zelador.
- 4) Diminui o deslocamento (distância) do encarregado, do carbonizador e do zelador de forno.

Tabela 3 - Organização de uma carvoaria em baterias
Table 3 - Charcoal plant organized in batteries

Dia	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6
Oper.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Forno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Bateria de fornos 1												Bateria de fornos 2...										

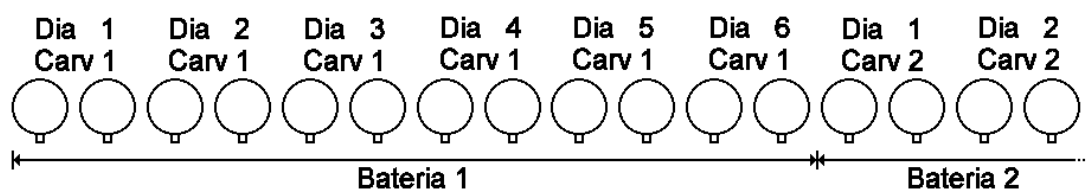


Figura 1 - Organização de uma carvoaria em baterias.
Figure 1 - Charcoal plant organized in batteries.

Tabela 4 - Organização de uma carvoaria em células
Table 4 - Charcoal plant organized in cells

Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Oper.	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Forno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Célula de Carbonização 1												Célula Carbonização 2...										

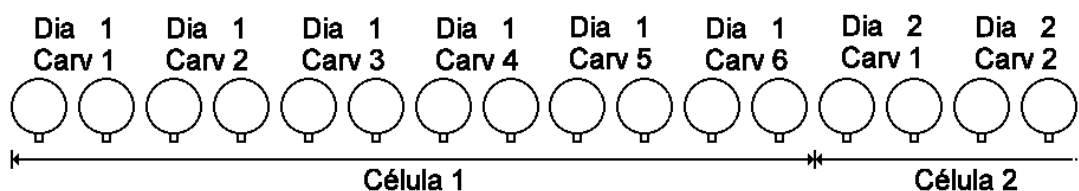


Figura 2 - Organização de uma carvoaria em células.
Figure 2 - Charcoal plant organized in cells.

5) Viabiliza a implantação de recuperadores ou queimadores de alcatrão.

Como a célula é composta de fornos vizinhos, os carvoeiros trabalham próximos, na mesma célula, o que permite as seguintes vantagens:

- 1) Mútua ajuda entre os carvoeiros (trabalho cooperativo).
- 2) Facilita a troca de conhecimentos entre os carvoeiros e o treinamento dos novos carvoeiros.
- 3) Mútuo controle da produção entre os carvoeiros.
- 4) Integração social entre os carvoeiros.
- 5) Mesma metodologia de trabalho entre os carvoeiros.
- 6) Facilita a supervisão dos carvoeiros pelo encarregado.
- 7) Os prêmios de produtividade serão divididos entre todos os membros da carvoaria.

Todos os fornos de uma mesma célula são descarregados e carregados no mesmo dia, o que:

1) Facilita o carregamento do caminhão.

2) Facilita a descarga de lenha.

3) Melhoria da logística de transporte de lenha e carvão.

4) Possibilidade de comparação da produção entre os carvoeiros.

5) Facilita o controle da produção do carvão.

5 TESTE OPERACIONAL

A organização em células foi implantada em uma carvoaria com 96 fornos, que operava no sistema tradicional, na carbonização de uma floresta de eucalipto com 6 anos. A implantação foi realizada sem grandes dificuldades, tendo recebido a colaboração dos operários. Após 30 dias de implantação, o ganho de produtividade e a melhoria nas condições de trabalho dos operários foram testados. A ficha de avaliação dos serviços de carvoejamento mostra uma planilha de acompanhamento das atividades na carvoaria, com mecanismo de bonificação dos trabalhadores.

AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE CARVOEJAMENTO

FAZENDA:	MÊS: _____ /2006		
EMPREENHEIRA:	CARVOARIA:		
Tabela de Código de Infrações			
Corte	Transporte	Carbonização	Outros
01- Uso do EPI 02- Altura dos tocos 03- Comprimento da lenha 04- Enleiramento (galhos e lenha) 05- Aproveitamento da lenha 06- Organização do corte 07- Estado da lenha cortada	11- Uso do EPI 12- Condição do Equipamento de transporte 13- Ajudante em cima da carga 14- Lenha nos carreadores 15- Seqüência de transporte 16- Repasse no transporte 17- Organização da lenha nos boxes	21- Uso do EPI 22- Organização na estocagem do carvão 23- Limpeza das praças e fornos 24- Uso de proteção nas portas 25- Vazamento de gases 26- Tiços no carvão ou praças 27- Abertura de pegadeiras 28- Condução dos fornos 29- Uso de lona, dobragem	31- Documentação 32- Limpeza e organização das moradias 33- Uso de água da carvoaria para outros fins
Dia	Cod.	Descrição	Assinatura Fiscal

Bonificação Inicial: R\$ _____ / t carvão

Total Mês	Num. Infrações	0-4	4-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15 ou +
	% Bônus	100	75	60	45	30	15	0

Bonificação Final: R\$ _____ / t carvão.

6 CONCLUSÕES

O sistema de organização de uma carvoaria em células permite melhor controle tanto da mão-de-obra quando da produção, diminuindo os custos de logística e de administração. Além disto, devido à proximidade dos fornos em carbonização, permite melhor controle do processo de carbonização por parte do carbonizador, aumentando a produtividade e o rendimento da carvoaria.

A operação dos fornos de carbonização deve utilizar mão-de-obra experiente, para assegurar boa produtividade e funcionamento confiável e seguro do forno. Tanto o rendimento quanto as qualidades físicas e químicas do carvão dependerão não só das características da madeira utilizada, mas também das características do forno e da habilidade do operador. O processo de carbonização é artesanal, e todos os detalhes

influem constantemente no rendimento e na qualidade de produção. Os operadores devem ser supervisionados, e o constante treinamento deve ser estimulado.

Essa organização em células, apesar de ter sido testada com sucesso em um carvoaria de fornos JG, pode ser utilizada em carvoarias com qualquer tipo de fornos.

REFERÊNCIAS

- PINHEIRO, P. C. C.; SAMPAIO, R. S. **Fundamentos e prática da carbonização da biomassa**. Belo Horizonte: Edição dos Autores, 2001. 120 p.
- PINHEIRO, P. C. C.; SAMPAIO, R. S.; BASTOS FILHO, J. G. Fornos de Carbonização Utilizados no Brasil. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON BIOMASS FOR METAL PRODUCTION & ELECTRICITY GENERATION, 1., 2001, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: ISS Iron & Steel Society (Brazilian Section), 2001. CD-ROM.