

Dimensionamento de Revestimentos Cerâmicos Visando a Maximização da Produtividade (Por que os Revestimentos tem os Tamanhos que tem?)

Fábio Gomes Melchhiades^a, Arnaldo Canavesi^b, Anselmo Ortega Boschi^{a*}

^aLaboratório de Revestimentos Cerâmicos – LaRC,
Departamento de Engenharia de Materiais – DEMa,
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar,

Rod. Washington Luiz, Km 235, 13565-905, São Carlos - SP, Brasil

^bCerâmica Lanzi Ltda., Av. Luís Augusto Lanzi, 2000, Rod. SP-342,

Km 63, 13840-000, C. P. 80, Mogi-Guaçu - SP, Brasil

*e-mail: daob@power.ufscar.br

Resumo: Considerado a necessidade atual de aumento de competitividade dos fabricantes de revestimentos cerâmicos, o presente artigo apresenta alternativas para o aumento de produção de fornos de revestimentos cerâmicos sem alterações no ciclo de queima. São apresentados exemplos relacionados com o dimensionamento dos produtos, bem como com a redução da retração linear de queima. Os resultados obtidos advêm de simulações realizadas a partir de uma equação proposta para o cálculo da produção diária de fornos a rolos utilizados na indústria de revestimentos cerâmicos.

Palavras-chave: tamanho de fabricação, retração linear de queima, aumento de produção

1. Introdução

Em vista da competitividade crescente no setor de revestimentos cerâmicos, torna-se necessário que as empresas busquem maximizar os resultados obtidos, com os equipamentos e recursos disponíveis. Do ponto de vista produtivo, são constantes os esforços para se obter a máxima produção e o maior índice de produtos de primeira classe, ao menor custo de fabricação praticável.

Quando almeja-se o aumento do volume de produção em uma indústria produtora de revestimentos cerâmicos, pode-se dizer que, na maioria das vezes, o aumento da produção é obtido através de duas maneiras fundamentais:

- Através da redução do tempo que o forno permanece sem alimentação; e
- Através da redução do ciclo de queima.

Para reduzir o tempo que o forno permanece não alimentado, diversas medidas são possíveis e geralmente muitos esforços são concentrados. A eficiência da equipe de manutenção, a programação de produção, bem como o treinamento dos operadores assumem importância fundamental.

A redução dos ciclos de queima é uma alternativa extremamente prática e eficaz para que se promova o aumento do volume de material produzido pelo forno. Para que essa medida encontre sustentação, é preciso que as etapas anteriores à queima também sejam preparadas para o aumento de velocidade requerido para a alimentação do forno. Além disso, a massa, o engobe e o esmalte devem ser adequadamente ajustados para que todas as reações necessárias possam se processar de maneira adequada durante a queima, de forma a garantir que a qualidade do produto acabado não seja alterada.

Entretanto, em muitos casos, as margens de trabalho para a redução dos tempos de paradas dos fornos, bem como para a redução dos ciclos de queima não são suficientes para conferir o aumento de produtividade almejado. Nos últimos anos, os ciclos de queima foram sendo progressivamente reduzidos, de modo que as possibilidades atuais de novas reduções tornam-se cada vez menores.

Nestes casos, torna-se necessário implementar outras medidas, de caráter mais estratégico, capazes de conferir maiores condições para que os resultados necessários sejam atingidos pela equipe produtiva.

2. Cálculo da Produção do Forno

Se considerarmos que as peças entram com espaçamento reduzido entre si e que não existem falhas na alimentação do forno, a produção diária (P) em m²/dia, pode ser calculada em função do ciclo de queima (c) utilizado, através da Equação 1:

$$P = \frac{14,4 \cdot W \cdot NP \cdot Lf \cdot (100 - RLq)}{c} \quad (1)$$

onde: W = dimensão de fabricação do produto acabado (m);

NP = número de peças dispostas lado a lado no tapete de entrada do forno;

Lf = comprimento do forno (m);

RLq = retração linear de queima (%); e

c = ciclo de queima (min)

Quando as peças produzidas apresentam formato retangular, a dimensão de fabricação (W) a ser considerada na equação deve ser aquela posicionada na entrada do forno, de forma a ocupar a sua largura.

Analisando as variáveis envolvidas na equação (1), observa-se a possibilidade de se aumentar a produção do forno através de duas variáveis não mencionadas até aqui:

- A ocupação lateral do forno: determinada pela distância entre o tapete de peças e a parede lateral do forno e indicada na equação pelos termos W · NP; e
- A retração linear de queima: determinada pela composição da massa e pelas condições de prensagem e queima do produto.

A seguir serão discutidos os resultados possíveis de serem obtidos através das variáveis acima, sob o ponto de vista do aumento de produção em uma fábrica de revestimentos cerâmicos.

3. Dimensionamento do Produto

A Figura 1 apresenta de maneira esquemática como o dimensionamento do produto pode afetar a produção de um forno, através da maximização da ocupação lateral do mesmo. Nesta figura, hipoteticamente considera-se a possibilidade de fabricação de um produto de dimensões menores, que viabilize a utilização de uma peça a mais no tapete de entrada do forno e que reduza a distância lateral entre o tapete de peças e a parede do forno. Na situação “a” apresentada

na Figura 1, as dimensões maiores do produto impedem um melhor aproveitamento lateral do forno e geram uma produção inferior com um mesmo ciclo de queima.

Tais resultados podem ser evidenciados facilmente através de uma simulação utilizando a Equação 1. Considerando um forno de 144 m de comprimento, com largura útil de 2,5 m, trabalhando em um ciclo de 26 minutos com um produto que apresenta retração linear de queima de 4,85%, a produção de um produto de dimensões finais 35 x 35 cm pode ser consideravelmente aumentada se sua dimensão de fabricação for alterada para 31 x 31 cm.

No caso do produto 35 x 35 cm, seis peças podem ser dispostas lado a lado na entrada do forno e será possível obter uma produção diária máxima de 15.935 m². Por sua vez, o produto 31 x 31 cm permite a utilização de sete peças no tapete de entrada do forno e a produção máxima diária passa a ser 16.465 m². Tal alteração indica um ganho de produção de 3,3%, o que representa um aumento de produção mensal de 15.900 m² neste forno.

Na Figura 2 encontra-se representada graficamente a influência do tamanho de fabricação sobre a produtividade de um forno. Consideram-se para efeito de cálculo, as dimensões do forno (144 x 2,5 m), o ciclo de queima (26 minutos) e a retração linear de queima (4,85%). Observa-se que à medida que o tamanho de fabricação almejado é alterado, a distância entre o tapete de peças e a parede do forno sofre variações, o que afeta diretamente a produção máxima a ser alcançada. Por recomendação dos fabricantes dos fornos, evita-se que a distância entre o tapete de peças e as paredes do forno seja inferior a 10 cm de cada lado. Na prática industrial, algumas empresas chegam a reduzir a distância lateral para até 3,0 cm de cada lado, observando o comportamento das peças mais próximas da parede do forno. No caso dos produtos retangulares, sempre que possível, utiliza-se o lado menor posicionado paralelamente às paredes do forno.

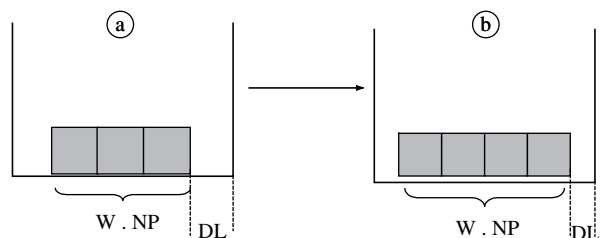


Figura 1. Representação esquemática que indica a ocupação lateral do forno. a) Peças maiores e baixa ocupação; e b) Peças menores e maior ocupação.

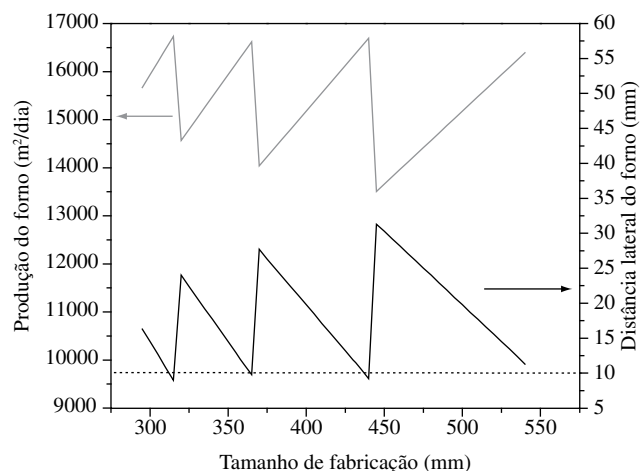


Figura 2. Influência do tamanho de fabricação sobre a ocupação lateral do forno e a produção do mesmo.

A análise da Figura 2 demonstra que existem tamanhos de fabricação que são mais produtivos do que outros semelhantes, quando se considera a ocupação do forno apresentada pelos mesmos.

A Figura 3, expressa por sua vez, como os resultados apresentados são alterados, em função da largura do forno utilizado. Nota-se que os fornos mais largos podem obter produções maiores, porém isso ocorre apenas para determinados tamanhos de fabricação que maximizam a ocupação lateral dos mesmos, conseguindo aproveitar efetivamente a largura útil maior que possuem. Outra constatação relevante é indicada na Tabela 1, onde são demonstrados os tamanhos de fabricação quadrados mais produtivos para fornos de três larguras diferentes, mantendo as demais condições fixas. Os tamanhos de fabricação mais produtivos são diferentes para cada um dos fornos considerados.

Em todos os casos analisados, considerou-se o dimensionamento do produto exclusivamente em função do aproveitamento lateral do forno. Em algumas empresas, a comercialização do produto é realizada através de embalagens que devem conter metragens inteiras de produto. Muitas vezes são evitados números “quebrados” no conteúdo da embalagem para facilitar as operações no ato da venda ao consumidor final. Assim, em um produto em que se comercializa embalagens contendo 2,00 m², o excedente presente na embalagem além dos 2,00 m² acaba não sendo considerado no momento da venda e representa prejuízos consideráveis para a empresa.

Dessa forma, muitas empresas consideram durante o dimensionamento dos produtos o aproveitamento da embalagem em conjunto com a ocupação produtiva do forno. A Figura 4 apresenta para o mesmo dimensionamento realizado anteriormente na Figura 2, os efeitos do tamanho de fabricação sobre o aproveitamento da caixa. Observa-se que em função do tamanho de fabricação utilizado, a metragem obtida na embalagem é alterada e as perdas de produção por esse motivo, variam significativamente. Nestes casos, o gráfico a ser

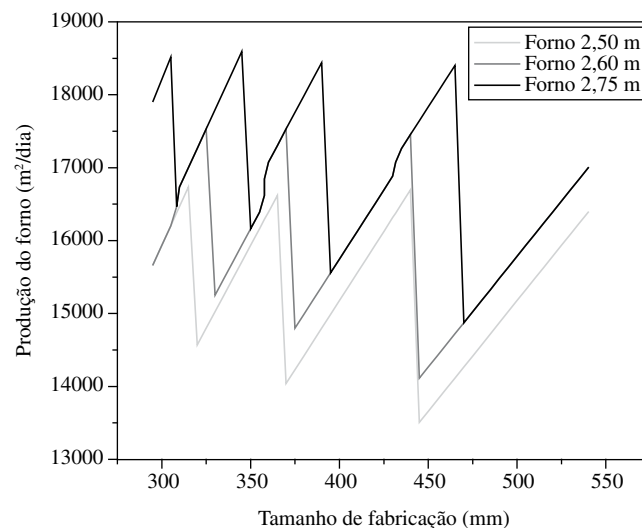


Figura 3. Determinação da produção do forno em função do tamanho de fabricação para fornos de diferentes larguras.

Tabela 1. Tamanhos de fabricação mais produtivos em fornos com larguras diferentes.

Forno: L = 2,50 m	Forno: L = 2,60 m	Forno: L = 2,75 m
31,0 x 31,0 cm	32,5 x 32,5 cm	30,5 x 30,5 cm
36,0 x 36,0 cm	38,0 x 38,0 cm	34,5 x 34,5 cm
43,5 x 43,5 cm	45,5 x 45,5 cm	40,0 x 40,0 cm
54,5 x 54,5 cm	57,0 x 57,0 cm	48,5 x 48,5 cm

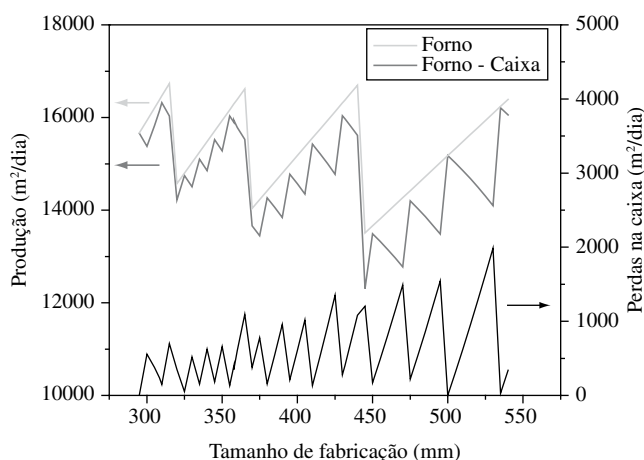


Figura 4. Influência do tamanho de fabricação sobre a produção do forno e sobre as perdas na embalagem comercializada com metragens inteiras.

considerado para o dimensionamento do produto deve ser corrigido, conforme a indicação da Figura 4. Os tamanhos de fabricação mais produtivos devem ser escolhidos através do mesmo, contemplando a melhor ocupação possível do forno e o mínimo possível de excedentes na embalagem.

A Tabela 2 apresenta os tamanhos de fabricação quadrados mais produtivos quando o dimensionamento é realizado exclusivamente através do forno e quando é realizado através do conjunto forno – embalagem. Observa-se que os mesmos são ligeiramente diferentes.

4. Retração Linear de Queima

Em todos os casos apresentados anteriormente, considerou-se que as massas utilizadas apresentam retração linear de queima fixa, próximas a 5,0%. Como pode ser verificado através da Equação 1, a redução da retração linear de queima também pode ser utilizada como um artifício para produzir o aumento do volume de produção.

A Figura 5 expressa o efeito da retração linear de queima sobre a produção diária de um forno de (144 x 2,5) m, utilizado para a queima de produtos de dimensões de fabricação 43,5 x 43,5 cm, em ciclos de 26 minutos. Observa-se que a redução da retração de queima produz o aumento progressivo e linear da produção do forno. Para fins didáticos, vale ressaltar que a redução da retração linear de queima atual das massas do pólo de Santa Gertrudes (cerca de 5,0%) para algo em torno de 3,0%, é capaz de aumentar a produção do forno em cerca de 2,1%, o que representaria para as condições de operação indicadas um aumento mensal de produção superior a 10.000 m². Tais resultados poderiam ser obtidos sem alteração do ciclo de queima e sem alterações nas dimensões de fabricação de produtos já fabricados pela empresa, o que configura uma opção muito interessante.

Tabela 2. Tamanhos de fabricação mais produtivos para dimensionamentos através do forno e através do conjunto forno-embalagem.

Forno	Forno - embalagem
31,0 x 31,0 cm	31,0 x 31,0 cm
36,0 x 36,0 cm	35,5 x 35,5 cm
43,5 x 43,5 cm	43,0 x 43,0 cm
54,5 x 54,5 cm	53,5 x 53,5 cm

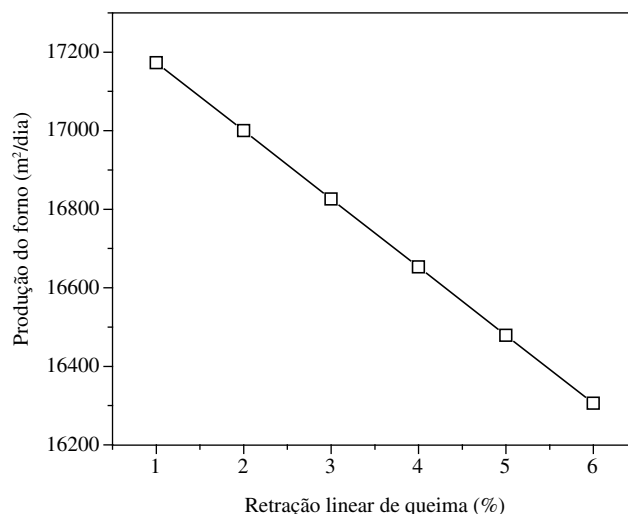


Figura 5. Efeitos da retração linear de queima sobre a produção diária de um forno utilizado para a queima de revestimentos cerâmicos.

5. Comentários Finais

O dimensionamento dos produtos fabricados em uma indústria cerâmica afeta de maneira significativa a produtividade, em função do aproveitamento da largura útil dos fornos utilizados para a queima dos mesmos. Nesse sentido, é fundamental que os aspectos produtivos sejam considerados na definição das dimensões de fabricação dos produtos de uma empresa. De maneira análoga, pode-se dizer que quando as dimensões de fabricação já estão definidas, a escolha dos fornos e demais equipamentos a serem utilizados em uma nova planta ou em uma ampliação de uma fábrica já existente, também deve levar em conta os aspectos produtivos mencionados neste trabalho.

Outras ações, como a redução da retração linear de queima das massas utilizadas, também podem produzir resultados significativos, quando se almeja aumentar a produção de um determinado forno. Procedimentos desta natureza podem ser mais viáveis em alguns casos, do que insistir na utilização de ciclos de queima ainda mais curtos para promover aumentos de produção almejados.

51º

Congresso Brasileiro de Cerâmica

3 a 6 de junho de 2007

Bahia Othon Palace Hotel
Salvador - BA



O Maior Fórum do Setor Cerâmico do Brasil!

■ Palestras

■ Painéis

■ Seminários

■ Trabalhos Técnico-Científicos

■ Feira de Produtos e Serviços

Chamada de Trabalhos

Data Limite para submissão dos resumos: 30/10/2006

As inscrições somente deverão serem feitas pelo site
da ABC, página

www.abceram.org.br/asp/51cbc/51cbc_ttc_01idx.asp

Realização



Informações

www.abceram.org.br/asp/51cbc/

Fone/Fax: (11) 3768-7101 / 3768-4284

E-mail: congresso@abceram.org.br