

A EXTRUSÃO NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO CEARÁ

J. C. Sales¹, M. W. L. C. dos Santos², F. da S.Brandão², W.A. Braga², J.E.V. Moraes³,
A. J. M. Sales³, A. S. B. Sombra⁴.

(1) Prof. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú.

(2) Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú.
Sobral, Ceará, Brasil.

(3) Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais,
Universidade Federal do Ceará.
juscelinochaves@hotmail.com

RESUMO

A extrusão é um processo de conformação bastante utilizado na indústria de transformação. Na indústria da cerâmica vermelha, são fabricados inúmeros artigos por extrusão, como blocos, tijolos, telhas, tubos, manilhas, lajotas e valterranas. Neste processo, a massa de argila é impulsionada através de uma máquina chamada de maromba, ou extrusora, e lançada em uma câmara de vácuo que a comprime contra uma matriz rígida gerando uma coluna de massa extrudada que é cortada em peças de tamanho determinado. O presente trabalho faz um estudo de como é realizada a conformação de peças cerâmicas e uma análise dos métodos de extrusão utilizados em indústrias de cerâmica vermelha no estado do Ceará. Foi realizado, também um diagnóstico dos equipamentos empregados no processo em questão. Constatou-se um alto grau de defasagem tecnológica dos processos produtivos e elevada obsolescência do maquinário das fábricas do Estado.

Palavras-chave: cerâmica vermelha, extrusão, Ceará.

INTRODUÇÃO

Os produtos de cerâmica vermelha, em geral, podem ser classificados em função do processo de fabricação utilizado, podendo ser extrudados ou prensados⁽¹⁾:

- Produtos extrudados: blocos de vedação (blocos furados), blocos portantes, blocos (lajotas) para laje mista, tubos cerâmicos sanitários (manilhas), tijolos maciços, etc.
- Produtos prensados: telhas.

A extrusão é caracterizada como um processo onde uma massa é impulsionada através uma máquina chamada de extrusora ou maromba e é lançada em uma câmara de vácuo que a comprime contra uma matriz rígida (boquilha). A função da boquilha é dar formato à coluna da massa extrudada, que após isso, é cortada obtendo-se as peças unitárias.

Geralmente, a extrusora é composta de carcaça metálica, cilíndrica, percorrida internamente por um eixo helicoidal que impulsiona a massa pelo corpo da máquina (Figura 1). O acionamento dela é gerado por um motor elétrico que movimenta engrenagens e polias.



Figura 1: Maromba à vácuo ⁽²⁾.

A câmara de vácuo ou vacuômetro tem como função, retirar o ar da massa, causando uma elevação na coesão entre as partículas de argila, impactando diretamente na plasticidade da mistura, facilitando na secagem, evitando trincas no processo de queima e aumentando a resistência mecânica da peça cerâmica ⁽³⁾.

Na figura 2, podemos observar o comportamento da argila durante o processo de extrusão, onde temos quatro regiões (zona de transporte, pré-compressão, zona de pressão e saída) que representam a variação da pressão manométrica a qual a argila é submetida durante a extrusão.

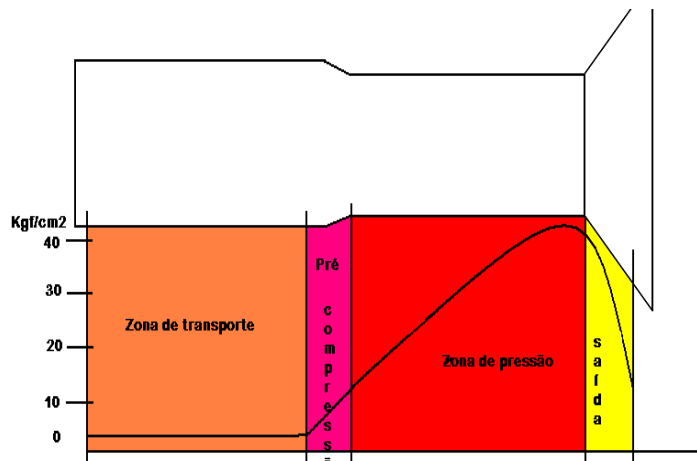


Figura 2: Pressão exercida sobre a massa durante a extrusão ⁽⁴⁾.

As boquilhas podem ser constituídas de ligas de aço ou de cerâmica especial. No Brasil, as mais utilizadas são as primeiras, por terem o maior número de revendedores e pelos preços mais acessíveis. As boquilhas feitas de cerâmica especial, por serem mais resistentes ao desgaste, tendem hoje a substituir as boquilhas convencionais.

Perdas durante a extrusão decorrem, principalmente, da utilização de boquilhas mal reguladas, desgastadas ou feitas de materiais de baixa vida útil, que se deve em muito a incompatibilidades do maquinário. Somado a isso, tem-se também a escassez de conhecimento técnico na preparação da argila.

A umidade da massa deve ser previamente determinada para que se obtenham padrões ótimos para trabalhabilidade (em torno de 22%). A dureza da argila e a trabalhabilidade desejada devem ser características a ser consideradas na quantidade de água adicionada a fim de se obter plasticidade ideal para o processo de conformação.

As argilas *in natura* podem apresentar diferentes teores de umidade, sendo classificadas em *Secas* (umidade relativa de até 6%), *Semi-secas* (7% a 10%), *Semi-úmidas* (11% a 18%) e *Úmidas* (maior que 18%)⁽⁵⁾. A realização de ensaios de caracterização das massas de argila utilizadas é indispensável para a determinação do comportamento da massa durante o processo de produção da cerâmica vermelha.

Grãos com grandes dimensões (até 600mm) devem ser pré-triturados, até que estejam compatíveis com as dimensões das bocas de alimentação da extrusora (até

200 mm)⁽⁵⁾. A moagem da argila é recomendável quando a argila apresenta umidade entre 15% e 18% e deve permitir que os grãos maiores não venham a interromper a alimentação da máquina ou causar o desgaste precoce do maquinário.

As argilas *in natura* podem conter muitos corpos estranhos (raízes, gravetos, objetos metálicos, pedras etc.) Quando presentes na massa, causam interrupções do processo, danificando a parte interna da extrusora ou a própria boquilha. Quando pequenos objetos ficam presos à boquilha podem rasgar a massa extrudada gerando elementos defeituosos caso não sejam detectados na inspeção (Figura 3).



Figura 3: Peça defeituosa em decorrência de falhas na extrusão ⁽⁶⁾.

É necessário que o tratamento da massa seja realizado rigorosamente, impedindo que corpos estranhos venham chegar à boca de alimentação da extrusora. Para isso, é comum utilizar eletroímãs posicionados sobre a esteira para a catação de objetos metálicos ou também a catação manual (Figura 4).



Figura 4: Catação manual de corpos estranhos presentes na argila.

Fonte: Mesquita, 2012.

Durante o processo de fabricação, as perdas na extrusão, propriamente dita, chegam a 1%. As perdas devido à má regulagem da boquilha chegam a 90%. Já as perdas mecânicas devido à má regulagem da boquilha, da ponteira de hélice, eixo empenado e boquilha fora de centro chegam a 99%. As perdas mecânicas são as decorrentes de trincas e deformações nos produtos cerâmicos⁽⁴⁾.

Boquilhas fora de centro ou não reguladas, desgaste excessivo dos caracóis ou desalinhamento do eixo, grelhas gastas, irregularidades nas aberturas, imperfeições no controle de vácuo, defeitos no corta-barro, motores mal dimensionados ou no fim da vida útil são os principais motivos de paradas e de retrabalho das peças⁽⁵⁾. O retrabalho, por sua vez, provoca desperdício (Figura 5), assim como utiliza gasto extra de tempo, mão-de-obra e de energia, ocasionando o desgaste precoce dos equipamentos.



Figura 5: Exemplo de desperdício durante a extrusão em Sobral.

Fonte: Mesquita, 2012.

A EXTRUSÃO EM FÁBRICAS DO CEARÁ

A indústria de cerâmica vermelha do Ceará é formada essencialmente por empresas de médio e pequeno porte, localizadas principalmente na área rural. O setor cearense é marcado pela informalidade da atividade, pulverização do mercado, mão-de-obra pouco qualificada com alto índice de rotatividade. A demanda por produtos cerâmicos no Estado vem da construção civil, que utiliza principalmente blocos de vedação, lajotas, valterranas e telhas.

As microempresas correspondem às fábricas com produção muito pequena que atende a pequenos mercados locais. Constituem-se de negócios de família, que empregam mão-de-obra de baixa ou nenhuma escolaridade, e que utilizam de técnicas de produção artesanais. Nas fábricas é possível constatar uma alta insalubridade das instalações, precariedade da saúde e segurança do trabalho (Figura 6) e falhas de cunho gerencial.



Figura 6: Funcionário de fábrica de cerâmica vermelha do interior do Ceará. Fonte, própria, 2012.

No Ceará, são corriqueiras as paradas do processo produtivo para manutenções por causa de entupimento da maromba devido à presença de corpos estranhos não detectados no processamento da argila (Figura 7), e também para a necessidade de limpeza do chão da fábrica devido ao acúmulo exagerado de blocos mal-conformados (Figura 8).

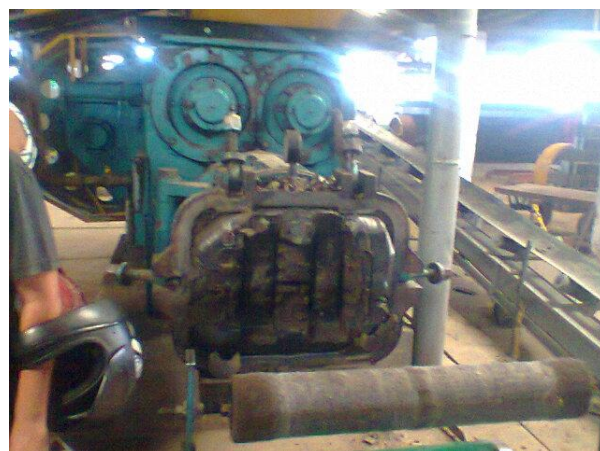


Figura 7: Parada do processo de extrusão para manutenção da maromba. Fonte: Mesquita, 2012.



Figura 8: Acúmulo de blocos mal-conformados em chão de fábrica no município de Maracanaú no Ceará. Fonte: própria, 2012.

Diagnóstico setorial realizado pelo Sindiccer/BA constatou que os problemas técnicos mais comuns enfrentados pelas indústrias do estado são: desgaste da boquilha, corte do produto e umidade da massa. A pesquisa também apontou as empresas têm tido muitas perdas monetárias em virtude de custos com retrabalho das peças e desvalorização estética dos produtos. Este cenário não é muito diferente do que ocorre no Ceará.

O desgaste excessivo das boquilhas é decorrente da utilização de argilas com alto teor de sílica (areia) somado à umidade insuficiente da massa. Quando as boquilhas utilizadas são feitas de ferro fundido, fato comum no Ceará, a vida útil do maquinário reduz drasticamente.

No Ceará, muitas fábricas estão localizadas no interior, onde não existem serviços autorizados para a manutenção de boquilhas. Por causa disso, o desgaste excessivo dos equipamentos acaba gerando o enorme sucateamento das peças e inutilização das tais (Figuras 9 e 10).



Figuras 9 e 10: Boquilhas sucateadas em fábricas do Ceará. Fonte própria, 2013.

Algumas empresas de médio e grande porte, que atendem a maior número de consumidores, têm investido cada vez mais na modernização de seus processos produtivos, com a aquisição de novas tecnologias e equipamentos mais eficientes, que aceleram a produção e diminuem o consumo de energia e perdas de matéria-prima.

Cita-se a utilização de máquinas com maior capacidade de extrusão, o emprego de boquilhas mais resistentes ao desgaste e com mais de uma saída (Figura 11), monitoramento da pressão da maromba e indicadores de corrente da extrusão (para evitar esforços exagerados do motor), como inovações no processo produtivo de fábricas do Ceará.



Figura 11: Extrusão de tijolos TF8 utilizando boquilha de quatro aberturas. Fonte própria, 2013.

DISCUSSÕES

A extrusora, mesmo sendo o equipamento mais importante de uma indústria de cerâmica vermelha, muitas vezes, apresenta problemas pela simples falta de manutenção preventiva. Uma manutenção programada e organizada evita as paradas repentinas por quebra de elementos que estão debilitados devido ao desgaste ou fadiga ⁽⁷⁾.

Os eixos, rolamentos e boquilhas devem ser avaliados constantemente para o bom desempenho da extrusão.

Os eixos, apesar de serem elementos com longo tempo de vida, devem ser trocados quando é constatada a presença de trincas ou quando o desgaste já chegou a 25%. Rolamentos, em condições normais, devem ser apenas bem lubrificados com óleo limpo⁽⁷⁾. As boquilhas devem ser substituídas quinzenalmente até a tolerância de máxima de 400 g no seu peso ⁽¹⁾.

As boquilhas tiveram notável evolução nos últimos anos. Novos materiais começaram a serem utilizados na produção destas peças, tornando o ferro fundido muito mais ultrapassado. Hoje, existe uma tendência à aplicação de cerâmicas especiais de alta resistência ao desgaste - a alumina-zircônia, por exemplo. Têm-se também as ligas de aço VC131 e de cromo duro. Nas Figuras 12 e 13 percebemos componentes da boquilha feita em alumina-zircônia encontradas no Ceará.

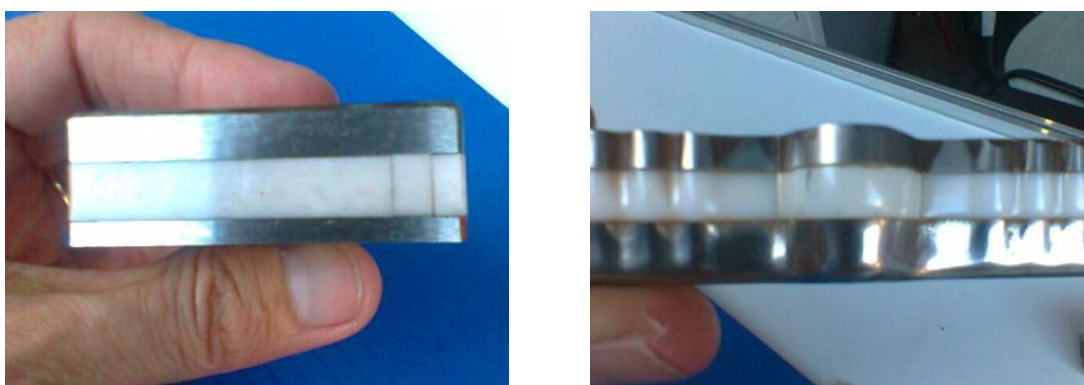


Figura 12 e 13: Boquilha feita em alumina-zircônia (camada branca). Fonte própria, 2013.

A alumina-zircônia é um material que tende a dominar o mercado de equipamentos industriais (especialmente a indústria cerâmica), tendo em vista suas características de resistência, durabilidade e economia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na indústria da cerâmica vermelha convivem de um lado grandes empresas com processos produtivos tecnologicamente avançados e, de outro, pequenas e médias empresas com processos produtivos defasados, não muito receptivos às inovações tecnológicas. O que se vê, geralmente, são processos onde existem grandes falhas que acabam por sucumbir qualquer esperança de tornar o setor próspero e apto a conquistar novos mercados.

Torna-se, necessário, então, que os empresários invistam em capacitação de seus aparelhos, emprego de novos métodos de produção, com maior desempenho energético e menor consumo de matéria-prima. Ou seja, o fim do desperdício deve ser prioridade das empresas que almejam conquistar um novo patamar.

Tratando-se de minimização de desperdícios, a fase de extrusão deve ser vista como ponto estratégico para a tomada de medidas preventivas (corretivas).

REFERÊNCIAS

- [1] MEDEIROS, E. N. M.. **Sistema de Gestão da Qualidade. Estudo de caso de uma indústria que abastece o mercado de Brasília.** 2006, 119p. Dissertação(Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Nacional de Brasília, UNB, Brasília.
- [2] MÁQUINAS MAN. **Maromba Alto Vácuo.** Disponível em: <<http://www.man.com.br/maromba/mmav33.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2014 as 13h05min.
- [3] PEREIRA, M. C.. **Uma proposta para a melhoria da qualidade da indústria de cerâmica vermelha utilizando técnicas colaborativas.** 2006, 161p. Dissertação.(Mestrado em Tecnologia). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, Rio de Janeiro.

- [4] OLIVEIRA, A. A..**Curso de Processo de Extrusão**.In: 57º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Escola Senai Mario Amato, 2013, Natal.
- [5] SILVA, A. V.. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará, da extração da matéria-prima à fabricação**. 2009, 104p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza.
- [6] MATOS NETO, F. J..**Estudo da produção e da qualidade dos blocos cerâmicos produzidos nas olarias da cidade de Groaíras**. 2012, 73p. Monografia(Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA,Sobral.
- [7] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Programa Setorial de Qualidade. Tudo o que você precisa saber sobre o PSQ**. 2004. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br>>. Acesso em: 24 dez. 2013 as 15h17min.

THE EXTRUSION IN THE RED CERAMIC INDUSTRY FROM CEARÁ

ABSTRACT

Extrusion is a conformation process much used in manufacturing industry. In the red ceramic industry, many items are manufactured by extrusion, as blocks, bricks, tiles, pipes, shackles, flanges and valterranas. In this process, the clay mass is pushed through a machine (extruder), and introduced in a vacuum chamber that compresses the mass against a rigid matrix, creating a extruded dough column that is cut to single pieces. This article studies how occurs the conformation of ceramic pieces, and examines of the methods used in the extrusion of red ceramic industries in the state of Ceará. Was made an analysis of the equipment used in the process in question. Was found a high discrepancy of production processes and advanced obsolescence of the machinery of factories from Ceará.

Key-words: red ceramic, extrusion, Ceará.