

## A Qualidade do Processo de Produção de Blocos Cerâmicos Fornecidos para o Distrito Federal

**Rosa Maria Sposto<sup>a\*</sup>, Dirceu Medeiros de Moraes<sup>b\*</sup>,  
Cláudio Henrique Feitosa Pereira<sup>a\*</sup>**

<sup>a</sup>*Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília,  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70900-000 Brasília - DF, Brasil*

<sup>b</sup>*Departamento de Estruturas, Universidade Federal de Roraima,  
Campus da UFRR, Boa Vista - RR, Brasil*

*\*e-mail: moraisdirceu@unb.br; rmsposto@unb.br; claudiopereira@unb.br*

**Resumo:** Este trabalho é parte de uma pesquisa que está sendo realizada junto ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília, em parceria com o Sindicato da Indústria da Construção do Distrito Federal – Sinduscon-DF e três indústrias cerâmicas pró-ativas, fornecedoras do mercado local, que aderiram à pesquisa visando melhorar a sua estratégia empresarial, por meio da melhoria contínua de seus processos e da futura implantação de sistemas de gestão da qualidade. Esta pesquisa é dividida em duas partes: a primeira, que trata do diagnóstico do processo de produção de blocos cerâmicos destas indústrias, bem como a proposição de melhorias no que se refere à qualidade, e a segunda, que trata da implantação de sistemas de gestão da qualidade nestas empresas. Este trabalho trata da primeira parte da pesquisa, e tem como objetivo a análise da qualidade do processo de produção de blocos nas suas diversas fases: sazonalização, preparação da matéria-prima, mistura da argila, extrusão, empilhamento e transporte interno, secagem e queima. Como metodologia procedeu-se à realização de entrevistas e visitas de campo com registros fotográficos nas três indústrias participantes do projeto; foi também construído um diagnóstico com os principais problemas existentes no processo, além de algumas sugestões de melhorias. Os resultados deste trabalho visam subsidiar as melhorias no processo de produção destas indústrias, bem como, a segunda parte da pesquisa. Estes resultados também visam alimentar um outro projeto que está sendo desenvolvido no âmbito da FINEP, denominado por “Gestão e tecnologia para a qualidade e a sustentabilidade na produção de blocos cerâmicos e alvenaria no DF”.

**Palavras-chave:** indústria cerâmica vermelha, qualidade, blocos cerâmicos.

### 1. Introdução e Objetivos

A indústria de cerâmica vermelha no Brasil ainda carece de um maior desenvolvimento e controle tecnológico no processo de produção de blocos cerâmicos. Este processo apresenta frequentemente problemas ao longo de todas as suas fases, gerando produtos com defeitos tais como deformações, trincas e heterogeneidade na sua constituição.

Este trabalho tem como objetivos a análise da qualidade do processo de produção de blocos cerâmicos abrangendo as fases de: sazonalização, preparo da matéria prima, extrusão, empilhamento e transporte interno, secagem e queima.

### 2. O Processo de Produção de Blocos Cerâmicos

Segundo a literatura<sup>1-4</sup> a primeira etapa do tratamento da argila é denominada sazonalização. Este consiste em submeter a argila recém-extraída à ação dos agentes atmosféricos, em período que normalmente varia de seis meses a dois anos, quando são eliminadas as suas impurezas. A argila é depositada em camadas, nas quais sua espessura e alternância dependem do seu tipo e das propriedades desejadas da mistura final. A exposição às intempéries provoca a lavagem dos sais solúveis, a fermentação e a decomposição das partículas orgânicas, prática que melhora a sua qualidade, facilitando a extrusão. Além disto, evita o inchamento dos blocos logo após a moldagem e a ocorrência de deformações, trincas e rupturas na fase de secagem, bem como o desenvolvimento de gases durante a queima. Trata-se de um processo rudimentar, de baixo custo, que exige, no entanto,

grandes áreas para o seu armazenamento próximas à indústria, com grande mobilização de capital.

Quanto ao preparo da matéria prima, tem-se que todas as operações antes da extrusão podem ser realizadas por processos mecânicos, que compreendem normalmente: trituração, peneiramento, misturadores, amassadores e laminadores. A maior parte dos defeitos dos blocos cerâmicos é em razão desta fase, que influencia todas as outras fases do processo, muitas vezes confundindo o fabricante que não identifica a sua causa<sup>5</sup>.

Na extrusão, o bloco recebe forma e acabamento que não podem ser modificados nas etapas seguintes. Esta operação é feita em marmotas ou extrusoras, onde a argila é impulsionada na forma de peça contínua, com seção transversal de acordo com boquilha ou bocal de forma predeterminada e cortada no comprimento desejado, por um sistema de corte automático. A extrusão é usada há mais de 150 anos; observa-se a ocorrência de pequenas adaptações nesta técnica a partir da década de 50 do século passado. A primeira condição para atingir bons resultados na extrusão é ter massa cerâmica que apresente as menores variações possíveis com relação à composição, grau de moagem e teor de umidade<sup>6</sup>.

A secagem é uma fase complexa, pois nela deve-se eliminar a água necessária para a obtenção da massa plástica<sup>7</sup>. Quando seco, o bloco está em condições de resistir a transformações físicas e químicas que ocorrem na queima sem danos<sup>8</sup>. Para evitar tensões os blocos devem ser secos de forma lenta, ao abrigo do sol, em locais ventilados, porém sem corrente de ar, podendo ser empregados dois métodos de

secagem: natural e artificial. Em geral, na secagem natural não há controle de temperatura e umidade e dificilmente há homogeneidade na umidade das peças. Quando o bloco cerâmico contém excesso de água, além do tempo requerido de secagem ser maior, a perda de água resulta em grandes retrações, originando deformações e trincas superficiais. Na secagem artificial, já há maior controle, gerando maior homogeneidade na umidade dos blocos. Esta fase deve ser bem executada, pois do contrário, pode causar danos no produto final; quando é muito rápida causa retração diferencial de tal ordem que produz trincas ou empenamento e quando é lenta demais torna anti-econômico o processo produtivo<sup>8,9,11</sup>.

Quanto à queima, esta constitui, segundo a literatura<sup>4,9,12,13</sup>, a operação mais importante na fabricação dos materiais cerâmicos. A sua finalidade é aglomerar as partículas formando uma massa coesa, que traz alterações bastante significantes ao bloco cerâmico, tais como, redução na área específica total e no volume aparente total e aumento da resistência mecânica<sup>10</sup>. Além disto, proporciona características finais como cor e menor absorção de água. Vários fatores influenciam para que as transformações estruturais da argila ocorram de forma satisfatória e se obtenha um bom produto, dentre eles podem ser citados: o tempo e a temperatura de queima e o tipo de forno. A queima rápida é economicamente viável, entretanto, pode comprometer a qualidade do bloco. Por outro lado, baixas temperaturas ou curto período de queima, contribuem no surgimento de peças cruas, principalmente em alguns pontos mais frios da câmara de queima. Em geral quando a queima é rápida, os poros superficiais se fecham e não permitem o escape dos gases, tornando o produto mais poroso no seu interior<sup>4</sup>. Os tempos necessários para as etapas de preaquecimento, de temperatura máxima e de resfriamento, dependem, entre outros fatores, do tipo de forno utilizado.

### 3. Metodologia

Consideraram-se para o presente trabalho três indústrias pró-ativas e fornecedoras de blocos do DF. A Tabela 1 apresenta as principais características das indústrias analisadas. As indústrias situam-se no Estado de Goiás e foram mantidas incógnitas por questões éticas, denominadas por Ic-1, Ic-2 e Ic-3.

As indústrias em estudo são de médio porte e produzem blocos cerâmicos a pedidos de clientes e para o comércio (lojas de materiais de construção) do DF e do Estado de Goiás. Assim como a maioria das indústrias desse segmento, localizam-se próximas da zona urbana e empregam mão-de-obra pouco qualificada. Algumas delas possuem layout sem uma seqüência lógica das diversas fases do processo produtivo, apresentando um maior índice de perdas de blocos.

Após a realização de visitas e aplicação de questionários nestas indústrias, procede-se a realização de um diagnóstico do processo, buscando o levantamento de problemas nas suas diversas fases bem como a proposição de algumas ações de melhorias.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Defeitos nos blocos versus fase de ocorrência no processo

As indústrias estudadas, similarmente à indústria cerâmica local, possuem controle de qualidade do processo precário. Isto gera a ocor-

rência de defeitos nos blocos produzidos ao longo de todo o processo tais como baixa resistência devido ao sazonalamento inadequado, deformações e trincas devido ao alto teor de umidade da massa cerâmica, deformações devido ao manuseio e transporte, trincas devido à retração na secagem e na queima, dentre outros. Após observações e análise nas três indústrias estudos de caso, foram realizadas algumas considerações conforme relatado a seguir.

#### 4.1.1. Sazonamento

Quanto ao sazonalamento, observa-se que duas das indústrias analisadas não o realizam de maneira adequada. Estas não têm um controle do tempo de sazonalamento; uma delas já chegou a utilizar a argila recém colocada no pátio de estocagem.

A falta de sazonalamento influencia, juntamente com outros fatores, a menor resistência à compressão dos blocos produzidos por estas empresas. Além disto, compromete a fase de preparação da argila, por não ter uma plasticidade adequada (necessitando de mais água de amassamento) e favorece a presença de matéria orgânica, que pode ocasionar posteriormente maior índice de vazios nos blocos. A Figura 1 mostra o sazonalamento realizado pela indústria Ic-2, planejado em quantidade suficiente para produzir blocos conforme suas vendas, e com um tempo médio de estocagem de doze meses.

#### 4.1.2. Preparo da matéria-prima

Nas fases de destorroamento, moagem, mistura e laminação, o problema mais visível observado em algumas das indústrias em estudo é a falta de controle de qualidade no recebimento da argila, que apresenta excessiva quantidade de matéria orgânica, devido à ausência do sazonalamento, conforme já comentado no item anterior. Além disto, nenhuma destas indústrias realiza dosagem da argila de forma a apresentar plasticidade máxima quando úmida e mínima retração durante a secagem e queima. Esta prática influencia negativamente as propriedades do bloco.

Quanto ao controle do teor de umidade da massa cerâmica, todas as indústrias o realizam, porém observa-se certa imprecisão neste



Figura 1. Sazonamento realizado em uma das indústrias

Tabela 1. Características das indústrias cerâmicas analisadas

Indústria cerâmica	Número de funcionários	Tipo de forno	Combustível empregado	Produção média mensal de blocos
Ic-1	42	Contínuo	Lenha*	750.000
Ic-2	85	Intermitente	Lenha	1.400.000
Ic-3	64	Intermitente	Lenha	1.000.000

\*Lenha nativa

tipo de controle, já que este teor não é fornecido diretamente pelo equipamento utilizado.

A falta de precisão do teor de umidade pode induzir as indústrias a trabalharem com valores mais altos devido à facilidade de extrusão, ocasionando problemas de retração linear na secagem e queima, com diferenças de espessuras das paredes externas e dos septos. Ainda, outro problema que pode ser apontado é deformação do bloco devido ao seu manuseio logo após a extrusão, Figura 2.

Como melhorias, sugerem-se às indústrias em estudo um maior controle de qualidade na aquisição da matéria prima, bem como do teor de umidade da massa. Duas destas indústrias já estão procedendo às melhorias sugeridas.

#### 4.1.3. Extrusão

Na fase de extrusão, no momento da moldagem na maromba, nas três indústrias ocorre o desgaste da boquilha sem uma manutenção preventiva adequada; observa-se que este desgaste é maior devido à falta de controle de qualidade da matéria-prima, Figura 3. Além disto, tem-se problema na regulagem da boquilha que gera diferentes espessuras das paredes e septos dos blocos.

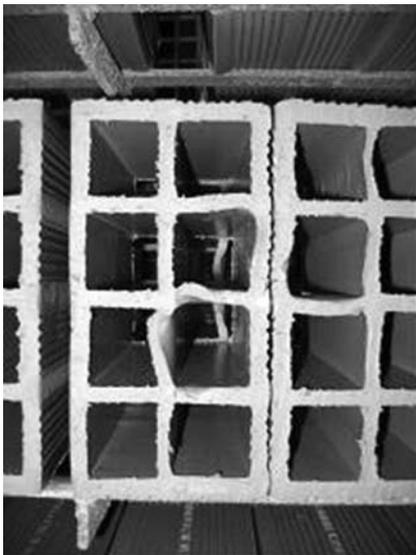


Figura 2. Defeito em blocos devido ao manuseio logo após a extrusão

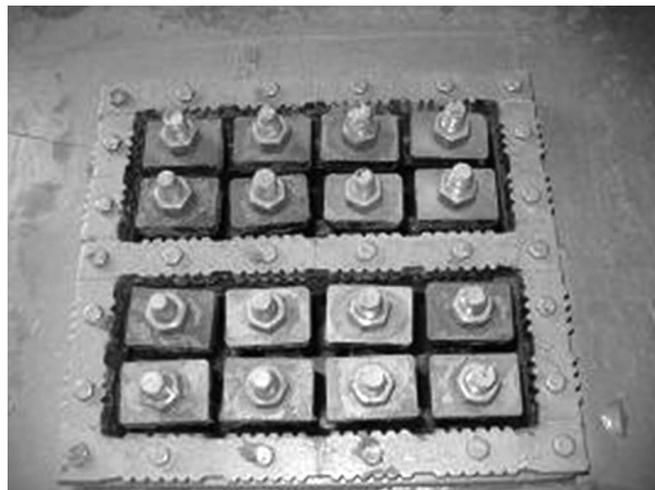


Figura 3. Problema na regulagem da boquilha em uma das indústrias selecionadas

Para sanar este problema sugere-se a utilização de um gabarito que não permita a movimentação das partes internas da boquilha quando no seu ajuste. Uma das indústrias já utiliza esta prática com êxito.

#### 4.1.4. Carregamento e transporte interno dos blocos para a secagem

Quanto ao carregamento dos blocos após a extrusão, este pode ser manual ou automático. Em duas das indústrias este é realizado manualmente, ocasionando mais defeitos no bloco devido ao manuseio, conforme já apresentado na Figura 3. Já uma das indústrias possui um sistema de automatismo de carga hidráulico para a retirada e empilhamento de blocos, com vantagens de redução de custos de mão-de-obra, maior produtividade e maior qualidade do bloco, Figura 4.

O transporte em duas das indústrias analisadas é realizado com carrinho pneumático tipo plataforma e grade sobre trilho deslocado manualmente, ocasionando um maior índice de perda de material, além do problema já apontado anteriormente de deformação do bloco no seu manuseio após a extrusão. Na Figura 5 é possível observar problemas neste equipamento de transporte, que também ocasiona deformação do bloco em uma das indústrias analisadas.

Foi colocado como sugestão o reforço da espessura das chapas dos carrinhos, bem como o controle da sua manutenção.



Figura 4. Sistema de automatismo para o empilhamento de blocos utilizado por uma das indústrias em estudo



Figura 5. Problema no empilhamento e transporte do bloco

#### 4.1.5. Secagem

A secagem é realizada de forma natural e artificial pelas três indústrias em estudo, sendo a natural por meio de empilhamento diretamente no piso e a artificial em grade sobre trilhos. Observa-se a inadequação dos locais de secagem em duas destas indústrias, com correntes excessivas de ar. Outro problema observado é a falta de controle de temperatura, umidade relativa do ar e tempo de secagem. A Figura 6 apresenta o problema mencionado.

Sugere-se para a minimização deste problema, a eliminação das correntes de ar no local, a elaboração de procedimento de secagem, incluindo o tempo para a secagem natural e artificial de acordo com a época do ano e a instalação de dispositivos para medição e controle de temperatura e umidade.

#### 4.1.6. Queima

A queima é realizada em forno intermitente em duas das indústrias em estudo, e em forno contínuo em uma delas. As Figuras 7 e 8 apresentam uma vista destes fornos. As três indústrias possuem um sistema de controle de temperatura, porém este se encontra inoperante devido à falta de manutenção e treinamento de pessoal para as leituras. Quando indagadas sobre as temperaturas de queima, as indústrias informaram valores da ordem de 800 e 850 °C.



Figura 6. Heterogeneidade do bloco durante a secagem



Figura 7. Forno intermitente de uma das indústrias em análise

Observa-se que uma das indústrias que utilizam forno intermitente não possui portas nas fornalhas (Figura 7), ocasionando maior perda de energia nesta fase.

Comparando os dois tipos de fornos, tem-se que o bloco produzido no forno contínuo apresenta melhor qualidade, devido à temperatura ser mais uniforme na sua câmara de queima, além de requerer um menor manuseio dos blocos. Ainda, há uma maior homogeneidade nos blocos quanto à cor.

Como melhorias sugerem-se a colocação de portas nas fornalhas de uma das indústrias, mantendo-se a oxigenação necessária à combustão e o estabelecimento de controle de temperatura de queima para as três indústrias, por meio de termopares e indicadores digitais de temperatura com duas leituras (parte inferior e superior dos fornos).

## 5. Conclusões

Das três indústrias analisadas, observa-se que duas não realizam o sazonalamento de maneira adequada. A falta desta operação influencia na baixa qualidade dos blocos, além de comprometer outras fases do processo, tal como a preparação da argila. Como melhoria, foi proposto um procedimento padronizado para o sazonalamento, com controle do tempo e da matéria prima (lotes) pronta para a entrada no silo ou caixão alimentador.

Quanto à preparação da argila ressaltam-se dois problemas. O primeiro referente à falta de controle de sua dosagem, prática que influencia diretamente as propriedades do bloco. E o segundo, o excesso do teor de umidade, que ocasiona maior retração linear na secagem e queima do bloco. Foi proposto um controle no teor de umidade obtido pela massa do bloco.

Na extrusão, nas três indústrias observa-se a falta de regulagem da boquilha e manutenção preventiva permanente, o que ocasiona defeitos da espessura das paredes externas e septos dos blocos. Foi sugerido a utilização de uma gabarito metálico introduzido entre as paredes da boquilha de forma que a mesma não se movimenta durante o seu ajuste, melhoria que já está sendo praticada por uma das indústrias que já possuía o dispositivo mas não o estava utilizando.

Sobre a secagem natural e artificial, as indústrias apresentam problemas devido à existência de correntes de ar no local destinado a secagem e falta de controle de temperatura e de umidade relativa do ar e de tempo estimado para esta operação, ocasionando blocos com defeitos como trincas e deformações. Foram propostas como melhorias: a adequação dos espaços para impedir as correntes de ar e a utilização de dispositivos de controle de temperatura e umidade



Figura 8. Forno contínuo de uma das indústrias em análise

em função da época do ano. Alguns destes procedimentos estão sendo colocados em ação por duas destas empresas.

E por fim, quanto à queima, observa-se em uma das indústrias analisadas, a falta de portas nos seus queimadores; além disto, observou-se nas três indústrias a falta de controle de temperatura e tempo de queima, com conseqüente prejuízo na qualidade do bloco, como menor resistência à compressão e não uniformidade de cor. Como sugestão de melhoria tem-se a instalação de portas nos queimadores em uma das indústrias e o uso de termopares e indicadores digitais de temperatura nas três indústrias analisadas. Uma das indústrias já procedeu a instalação das portas nos seus queimadores, bem como, a instalação de termopares e indicadores de temperatura nos fornos.

## 6. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros têm-se a introdução das melhorias apontadas neste trabalho, bem como a implantação de sistemas de gestão da qualidade nas três indústrias estudo de caso, segunda parte desta pesquisa, conforme apresentado no resumo do trabalho.

## Referências

1. Santos, I. S. S.; Silva, N. I. W. **Manual de cerâmica vermelha**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1995, 56 p.
2. Zandonadi, A. R.; Ioshimoto, E. **Cerâmica vermelha**. Curso internacional de treinamento em grupo em tecnologia cerâmica. São Paulo: IPT/JICA, 1991, 20 p.
3. Verçoza, E. J. **Materiais de construção**. v. 1, 3. ed., Porto Alegre: Sagra, 1987.153p.
4. Petrucci, E. G. R. **Materiais de construção**. 11. ed. São Paulo: Globo, 1992.435p.
5. Fonseca, J. F. et al. **Manual para a produção de cerâmica vermelha**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina/ Sebrae-SC, 1994, 81p.
6. Ribeiro, M. J. et al. Aspectos fundamentais sobre a extrusão de massas de cerâmicas vermelhas. **Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 1, p. 37-42, jan/fev, 2003.
7. Vieira, C. M. F. et al. Avaliação da secagem de cerâmica vermelha através da curva de Bigot. **Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 2, p. 42-46, jan/fev, 2003.
8. Roman, H. R. **Determinação das características físicas e análise estatística da capacidade resistente de tijolos cerâmicos maciços**. 1983. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.
9. Pianca, J.B. **Manual do construtor**. v. 1, 9. ed. Porto Alegre: Globo, 1977. 78p.
10. Van Vlack, L. H. **Propriedades dos materiais cerâmicos**. Tradução de Cid Silveira e Shiroyuki Oniki. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 318p.
11. Norton, F. H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. Tradução de Jeferson Vieira de Souza. v. 1, 1. ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 324p.
12. Bauer, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. 705p.
13. Santos, G. M. **Estudo do comportamento térmico de um forno túnel aplicado à indústria de cerâmica vermelha**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.