

Avaliação da Secagem de Cerâmica Vermelha Através da Curva de Bigot

**Carlos Maurício Fontes Vieira*, Hygina Sales Feitosa e
Sérgio Neves Monteiro**

Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)

Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV)

Av. Alberto Lamego 2000, Horto, Campos dos Goytacazes - RJ

**e-mail: vieira@uenf.br*

Resumo: Este trabalho tem por objetivo avaliar a etapa de secagem de cerâmica vermelha, através da curva de Bigot, que representa a variação da retração em função do conteúdo de água de umidade das peças. Para este estudo foram preparadas composições com adições de areia a uma massa de cerâmica vermelha nos seguintes percentuais: 5, 10, 15 e 20% em peso. Inicialmente corpos-de-prova foram preparados por extrusão e secos em temperatura ambiente e em estufa a 50 °C, com controle da variação dimensional até peso constante. Os resultados indicaram que o “enfraquecimento” de massa cerâmica vermelha, através da adição de areia, contribui para a redução da quantidade de água necessária para a obtenção de uma massa plástica e conseqüentemente, para redução da retração. A adição de areia também contribuiu para a redução da água intersticial através da melhoria do empacotamento das partículas.

Palavras-chaves: *secagem, cerâmica vermelha, argila, areia, curva de Bigot*

1. Introdução

A secagem é uma etapa bastante delicada e complexa no processo de fabricação de cerâmica vermelha. É comum nesta etapa ocorrerem defeitos de secagem nas peças e que são perceptíveis somente após queima. A compreensão dos mecanismos envolvidos na secagem permite por exemplo, uma melhor compreensão dos defeitos e da forma de como evitá-los.

O objetivo da secagem é o de eliminar a água, utilizada na etapa de conformação, necessária para a obtenção de uma massa plástica. A eliminação de água ocorre por evaporação através do aporte de calor, efetuado mediante uma corrente de ar^{1,2}.

Sabe-se que quando se mistura uma argila com certa quantidade de água, obtém-se uma massa coesiva que pode ser moldada com facilidade. Esta propriedade é característica dos minerais argilosos e denomina-se plasticidade¹⁻⁵.

Por sua vez, esta água, denominada de água de conformação, pode ser dividida em dois tipos: o primeiro tipo é denominado de água intersticial. O segundo tipo é denominado de água livre ou água de plasticidade^{1,2,6}. A água intersticial está relacionada com a água necessária para preencher os poros das partículas. Já a água de plasticidade localiza-se entre as partículas argilosas, separando-as e facilitando a trabalhabilidade no processo de conformação. É este último tipo de água que é responsável pela retração das peças.

A retração que as peças de cerâmica vermelha sofrem durante a etapa de secagem é um parâmetro de grande importância tecnológica. Durante a secagem são geradas tensões que podem levar ao aparecimento de defeitos que comprometem a qualidade das peças. A evolução da retração linear de secagem em função da perda de água de conformação é representada através da chamada curva de

Bigot^{1,2,4}. Assim, a curva de Bigot é uma representação gráfica da percentagem de água de conformação em função da retração de secagem. O conhecimento desta curva auxilia no estabelecimento de um ciclo de secagem. Isto permite otimizar o tempo de forma que as peças não apresentem defeitos e, por outro lado, não permaneçam secando por tempos demasiadamente longos o que implicaria em aumento de custo.

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a secagem, através da curva de Bigot, de massa cerâmica vermelha incorporada com diferentes percentuais de areia.

1.1 A Curva de Bigot

A Fig. 1 mostra uma típica curva de Bigot^{1,4,6} que descreve a evolução da retração de secagem em função da perda de água de conformação. O ponto (A) representa, na ordenada (ponto E), a quantidade de água de umidade que as peças apresentam no início da etapa de secagem. Na abscissa, pode-se obter a retração total de secagem que irá ocorrer. A linha (A-B) representa a primeira fase de secagem com eliminação de água de plasticidade, localizada entre as partículas. Esta é a fase mais problemática na etapa de secagem já que a eliminação de água entre partículas é acompanhada de retração. Conforme já mencionado anteriormente, com a retração de secagem aumenta-se o risco de aparecimento de defeitos. A linha (B-C) representa a segunda fase de secagem caracterizada pela eliminação de água intersticial. Teoricamente, o ponto (B) deveria situar-se no eixo da abscissa, indicando ausência de retração de secagem quando se iniciar a eliminação de água intersticial.

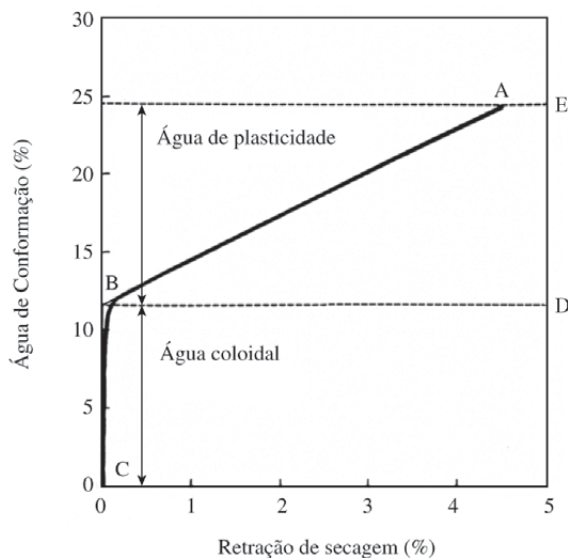


Figura 1. Variação da retração de secagem em função da água de conformação – curva de Bigot.

Entretanto, na prática, nem todas as partículas entram em contato ao mesmo tempo, já que a superfície seca com mais rapidez que o interior da peça. Com isso, parte da água evaporada ainda se origina da interposição entre partículas. Por outro lado, a medida que evapora esta água de plasticidade a água intersticial proveniente dos capilares e que não produzem retração, vai tornando-se predominante¹. O ponto (D), separa os dois tipos de água de umidade. A água de plasticidade corresponde ao valor (D-E), enquanto que a água intersticial é representada pelo segmento (D-C). A Fig. 2 descreve esquematicamente a evolução da eliminação de água de conformação e retração de secagem de uma massa cerâmica plástica. Em I está representado o sistema argila-água no início da etapa de secagem. Em II, após um certo período de tempo, já não há mais a água de plasticidade que separa as partículas. Por outro lado, ainda há água nos capilares, denominada de água intersticial. Observa-se também que houve retração em relação ao estágio inicial. Já em III toda a água intersticial já foi eliminada e a peça não apresenta retração em relação ao estágio II.

2. Materiais e Métodos

Para realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: massa cerâmica industrial utilizada para

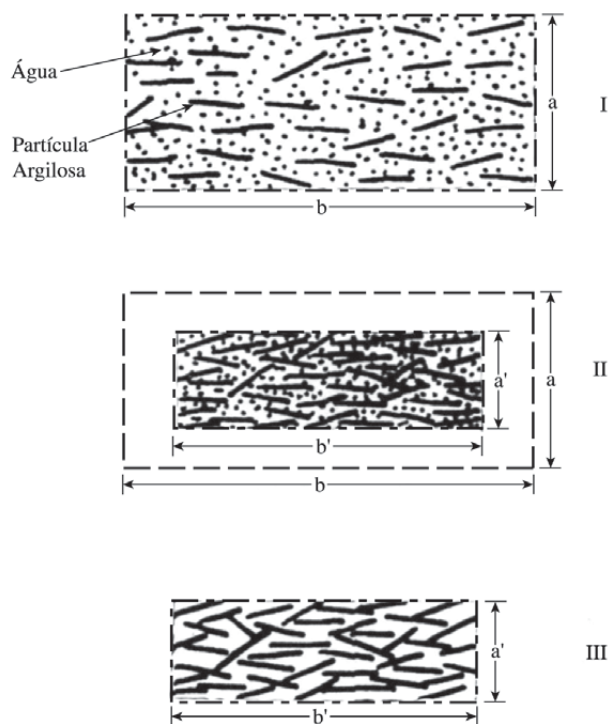


Figura 2. Representação esquemática da secagem do sistema argila-água¹.

fabricação de tijolos aparente (maciço) em Campos dos Goytacazes-RJ, composta pela mistura de três argilas plásticas caulínicas⁷⁻⁹ e areia quartzosa.

A Fig. 3 mostra a distribuição granulométrica das matérias-primas utilizadas. Observa-se que a massa cerâmica apresenta uma distribuição granulométrica bem distribuída e com fração “argila”, aquela abaixo de 0,002 mm, correspondendo a 41% do peso total. Já a areia, apresenta uma distribuição granulométrica concentrada na fração fina, na faixa de 0,06 a 0,2 mm, correspondendo a classificação granulométrica de “solos”¹³. De acordo com o Diagrama de Winkler¹⁰, é possível fabricar tijolos maciços com fração “argila” a partir de 15% em peso. Com isso, para o produto a que se destina, esta massa cerâmica pode ser “enfraquecida” através da adição de um material não plástico como a areia. O presente trabalho enfoca justamente um estudo sobre a influência deste enfraquecimento na etapa de secagem de massa cerâmica vermelha.

Para realização deste trabalho, foram elaboradas composições com adição de areia à massa cerâmica nos seguintes percentuais em peso: 0% (M0A), 5% (M5A), 10% (M10A), 15% (M15A) e 20% (M20A). Inicialmente as matérias-primas foram homogeneizadas em estado semi-seco em galga misturadora de pista lisa por 30 min. Em seguida, adicionou-se água às composições na quantidade suficiente para a obtenção de uma massa plástica que possibilitasse a conformação de corpos-de-prova por extrusão com 10 cm de comprimento e secção reta de $3,0 \times 1,1$ cm.

A secagem dos corpos-de-prova foi realizada nas primeiras 72 h em temperatura ambiente. Em seguida, foi realizada secagem em estufa a 50 °C até a total eliminação da água de conformação. Em ambos os procedimentos de secagem o tamanho e peso dos corpos-de-prova foram

constantemente monitorados. Este procedimento possibilitou o levantamento das curvas de Bigot das composições elaboradas.

3. Resultados e Discussão

A curva da Fig. 4 corresponde a da massa cerâmica industrial, MOA, sem incorporação adicional de areia. Observa-se um percentual de água de umidade (água de conformação) de 23,9% em peso e uma retração total de 3,62%. Apesar do excessivo percentual de fração “argila” para o produto que se destina, estes parâmetros são considerados satisfatórios¹¹, não devendo ocasionar maiores problemas de trincas de secagem. Entretanto, deve-se mencionar que foram utilizadas condições laboratoriais, onde se buscou uma consistência mínima na massa que possibilitasse sua moldagem por extrusão. Talvez em escala industrial, a consistência seja outra, exigindo maior quantidade de água para aumentar a produtividade. Pela curva de Bigot da Fig. 4 o ponto (D) corresponde a 6,7% e o ponto (E) a 23,9%. Com isso, pode-se identificar um conteúdo de 17,2% de água de plasticidade (D-E) e 6,7% de água intersticial (D-C).

As Fig. 5 a 8, mostram respectivamente as curvas de Bigot para as composições M5A, M10A, M15A e M20A. Observa-se que, com o incremento da adição de areia à massa cerâmica, ocorre uma diminuição da umidade das composições e conseqüentemente uma redução da retração de secagem. Com adição de 5% de areia à massa cerâmica, a umidade de extrusão baixou de 23,9 para 21,6%, que corresponde a uma redução de 9,6%. Já a retração de secagem passou de 3,62% para 3,35%, o que corresponde a uma redução de 6,9%.

Na massa M10A os valores observados da umidade de

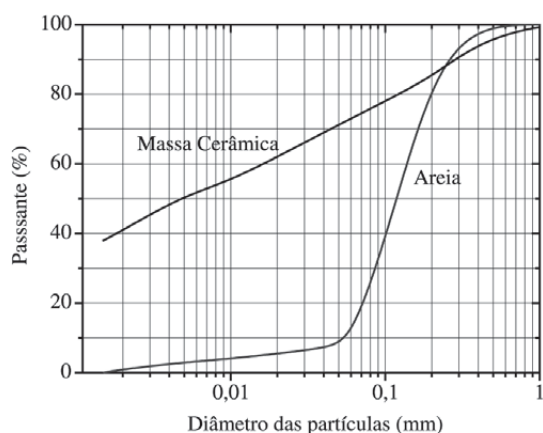


Figura 3. Distribuição granulométrica das matérias-primas.

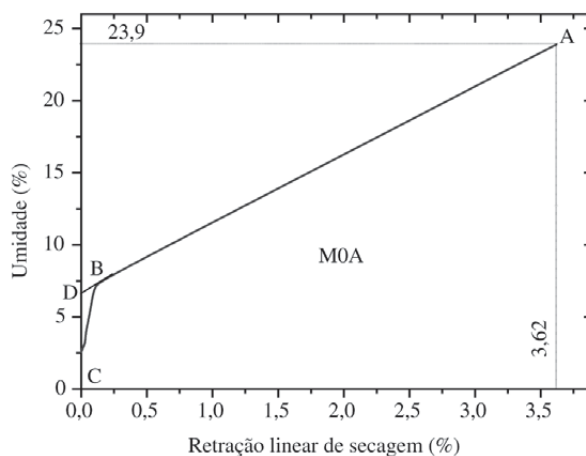


Figura 4. Curva de Bigot da composição: massa industrial sem incorporação adicional de areia de areia.

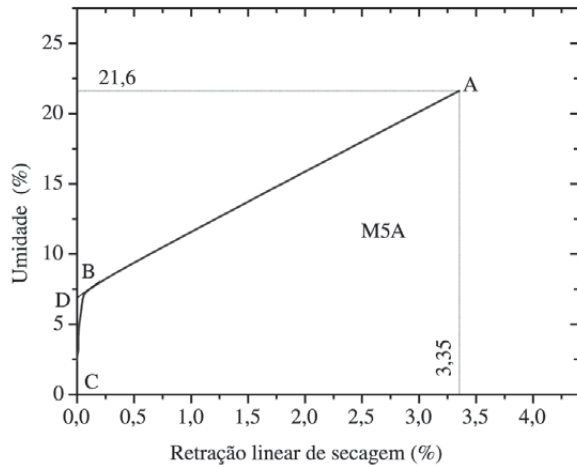


Figura 5. Curva de Bigot da composição: massa industrial com 5% de areia.

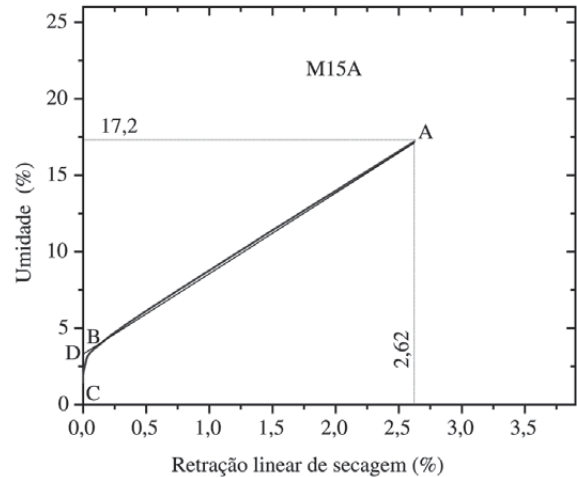


Figura 7. Curva de Bigot da composição: massa industrial com 15% de areia.

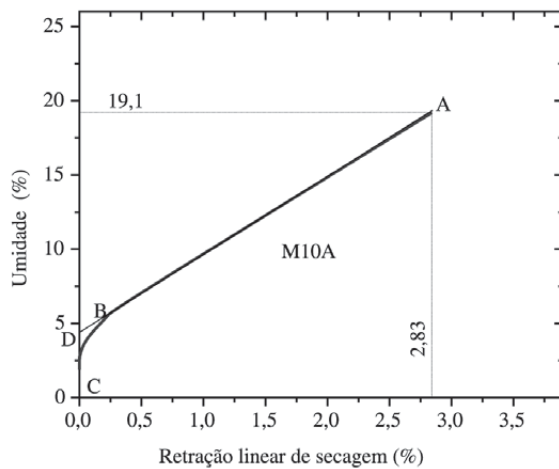


Figura 6. Curva de Bigot da composição: massa industrial com 10% de areia.

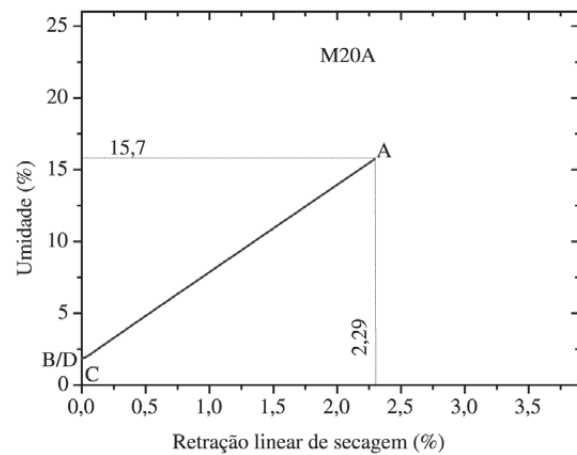


Figura 8. Curva de Bigot da composição: massa industrial com 20% de areia.

extrusão e retração são de 21,6% e 3,35%, respectivamente. Estes valores correspondem a uma redução na água de umidade e na retração em relação à massa industrial de 19,9% e 21,4%, respectivamente.

Na massa M15A os valores observados da umidade de extrusão e retração são de 19,1% e 2,83%, respectivamente. Os valores encontrados para a redução destes parâmetros em relação à massa industrial são de 28% e 27,2%, respectivamente.

Já a massa M20A apresentou um comportamento atípico da curva de Bigot em relação às demais composições estudadas. Apesar da significativa diminuição na água de umidade (23,9 para 15,7%) e retração (3,62 para 2,29%)

em relação à massa cerâmica industrial M0A, observa-se, de acordo com a Fig. 8, que os pontos (B e D) coincidem no eixo das ordenadas. Isto ocorreu porque se trata de uma massa “fraca” e bem homogênea. Provavelmente a areia contribuiu para o aumento da permeabilidade que ocasionou maior facilidade de difusão do vapor d’água. Desta forma, não houve um gradiente de umidade nas peças suficiente para que houvesse um desvio da curva no ponto (B), ver Fig. 1.

Um outro aspecto que pode ser observado através das curvas de Bigot apresentadas é a redução que ocorreu da água intersticial das composições com o incremento da adição de areia. A massa cerâmica industrial M0A apre-

Tabela 1. Densidade aparente a seco das composições.

Composições	M0A	M5A	M10A	M15A	M20A
Densidade a seco (g/cm ³)	1,63	1,64	1,66	1,69	1,71

senta um percentual de água intersticial de 6,7%. Já as massas M5A, M10A, M15A e M20A apresentam valores de 6,62, 4,40, 3,32 e 1,86%, respectivamente. Isto significa que a areia contribuiu para melhorar o empacotamento das partículas, conforme pode ser afirmado através dos valores de densidade a seco obtidos para as diversas massas e apresentados na Tabela 1.

4. Conclusões

O estudo da etapa de secagem, através da curva de Bigot, de massa cerâmica vermelha através do incremento do percentual de areia adicionado à uma massa industrial possibilitou chegar-se as seguintes conclusões:

1. A umidade de conformação de massa cerâmica vermelha é fortemente influenciada pela quantidade de mineral argiloso presente.
2. A adição de areia contribuiu para a redução na quantidade de água de conformação e conseqüentemente na redução da retração de secagem.
3. Houve uma redução da água intersticial das composições com o incremento da adição de areia devido à melhoria no empacotamento das partículas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERJ pelo apoio para realização deste trabalho, processo nº E-26/151.544/2001.

Referências

1. Abajo, M.F. Manual sobre Fabricación de Baldosas, Tejas

- y Ladrillos, Beralmar S. A., Terrassa, 2000, p.193-266.
2. Barba, A.; *et al.* Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas. Instituto de Tecnología Cerámica-AICE 1^ª ed. Castellón-Espanha, p. 239-255, 1997.
 3. Souza Santos, P. Ciência e Tecnologia das Argilas, Editora Edgard Blucher. 2^ª ed. v. 01, São Paulo, 1989. .
 4. Oller, S. Normas e Princípios de Extrusão de argila e Comportamento na Secagem, *Cerâmica*. v. 27, n. 140, p. 319-329, 1981.
 5. Amarante Jr., A.; Boutros, F.A. Estudo Comparativo dos Métodos do Plasticímetro de Linseis e o Índice de Atterberg na Determinação da Plasticidade de Algumas Argilas do Estado de São Paulo. *Cerâmica*. v. 27, n. 135, p. 117-121, 1981.
 6. Beltran, V.; Ferrando, E.; García, J.; Sánchez, E. Extruded Rustic Floor Tile I. Impact of the Composition on the Body's Behaviour in the Prefiring Process Stages, *Tile & Brick Int.* v. 11, n. 3, p. 169-176, 1995.
 7. Monteiro, S.N., Vieira, C.M.F. Characterization of Clays from Campos dos Goytacazes, North Rio de Janeiro State, *Tile & Brick Int.* v. 18, n. 3, p. 152-157, 2002.
 8. Vieira, C.M.F.; Monteiro, S.N.; Duailibi Filho, J. Formulação de Massa de Revestimento Cerâmico com Argilas Plásticas de Campos dos Goytacazes (RJ) e Taguá (SP), *Cerâmica Industrial*, v. 6, n. 6, p. 43-49, 2001.
 9. Vieira, C.M.F.; Holanda, J.N.F.; Pinatti, D.G. Caracterização de Massa Cerâmica Vermelha Utilizada na Fabricação de Tijolos na Região de Campos dos Goytacazes-RJ, *Cerâmica*. v. 46, n. 297, p. 14-17, 2000.
 10. Pracidelli, S.; Melchiades, F.G. Importância da Composição Granulométrica de Massas para Cerâmica Vermelha, *Cerâmica Industrial*. v. 2, n.1/2, p. 31-35, 1997.
 11. Más, E. Qualidade e Tecnologia em Cerâmica Vermelha, Editora Pólo Produções LTDA, São Paulo, p. 27-28, 2002.