

Proposta de Controle da Matéria-Prima Mineral Utilizada na Indústria de Revestimento Cerâmico

P.E.C. e Souza, S.R. Christofolletti, M.M.T. Moreno e S.G. de Carvalho

R. Felício Dattoli, 42 — 13870-000 São João da Boa Vista – SP

Fone: (19) 633-1520 — e-mail: mmoreno@rc.unesp.br

Depto de Petrologia e Metalogenia – IGCE/UNESP – Campus de Rio Claro

Resumo: Este trabalho propõe a utilização de método simplificado de controle de matérias-primas argilosas utilizadas na indústria de revestimentos cerâmicos. A análise da variação de resultados de um determinado parâmetro tecnológico realizado nas diversas fases de produção facilita medidas de correção antes do processo industrial. Utilizando-se as análises de variância dos resultados de um parâmetro tecnológico é possível determinar o espaçamento da sondagem na fase de pesquisa, nos lotes de produção e de estoque, além da frequência necessária de controle na requisição da matéria-prima. O procedimento único facilita o convencimento dos diversos setores envolvidos, da validade do procedimento, abrindo caminho para análises mais detalhadas.

Palavras-chaves: *cerâmica, argila, matérias-primas*

Introdução

A exigência da melhoria da qualidade e eficiência produtiva impõe à indústria cerâmica a procura de novos métodos produtivos, o desenvolvimento daqueles que, de fato, proporcionem maior rentabilidade na produção e na qualidade dos produtos fabricados, ainda que impliquem maior custo para a sua implantação.

A uniformidade e estabilidade das características tecnológicas da matéria-prima permitem a otimização do procedimento industrial sem a necessidade de ajustes frequentes, tornando-se importante fator de eficiência industrial. A partir disso fica facilitada a obtenção de níveis de qualidade constantes e controlados.

Para a padronização da matéria prima mineral utilizada na massa é necessário o estabelecimento de procedimentos que envolvam a pesquisa geológica, a lavra, a homogeneização e o estoque dessa matéria-prima através de controles simplificados, que possibilitem sua implementação, na maioria das vezes, por pequenas minerações fornecedoras das indústrias de revestimentos cerâmicos.

Metodologia

A utilização da mesma sistemática de controle utilizada desde a recepção de matérias-primas pela indústria, em todas as fases da produção de argilas, até a definição do detalhamento da pesquisa geológica, facilita seu entendi-

mento pelos vários setores envolvidos, tornando a fiscalização interna mais eficiente. O Instituto de Tecnologia Cerâmica¹, da Espanha, estabelece medidas de controle de matérias-primas argilosas para a indústria de revestimentos cerâmicos que, se devidamente estendido às demais fases do processo, representam o primeiro passo na estabilização das qualidades tecnológicas das argilas.

Aquele instituto determina critérios para o nível de inspeção a ser realizado nas matérias-primas argilosas. A partir da relação existente entre o valor médio de um parâmetro tecnológico de qualidade **M**, seu desvio padrão **S**, os limites de tolerância **LT**, e os limites de controle estatístico **LC**, é possível estabelecer-se controles.

Os valores **M** e **S** obtém-se a partir das equações:

$$M = \frac{\sum X_i}{n} ; S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - M)^2}{n - 1}} \quad (A)$$

onde **X_i** são os valores da característica tecnológica considerada, e **n** a quantidade de amostras analisadas.

Os limites de tolerância são os valores máximos e mínimos além dos quais a matéria-prima é considerada imprópria para utilização.

Os limites de controle estatístico superior (**LC_s**) e inferior (**LC_i**) são calculados a partir das equações:

$$LC_s = M + 3 S ; LC_i = M - 3 S \quad (B)$$

Para o estabelecimento do nível de controle são propostos os seguintes parâmetros de controle, indicando o nível de verificação exigido em função da variabilidade dos resultados em relação aos limites de tolerância e à média dos resultados:

$$3 S \leq [LT - M] / 2;$$

indica a possibilidade de controle **reduzido** (simplificado);

$$3 S \geq [LT - M];$$

recomenda a intensificação do controle ou **rigoroso**;

Os resultados entre estes indicam controle **normal** (C).

Para a caracterização de materiais argilosos existem vários parâmetros tecnológicos que podem ser controlados, devendo-se escolher um que seja determinante no processo industrial e de fácil determinação. Dessa forma, pode-se fixar a cor de queima em padrão determinado e medir característica específica como a variação da retração linear de queima ou a determinação química de alguns elementos.

A utilização sistemática dessas fórmulas deve ser aplicada no desenvolvimento das etapas abaixo (Figura 1):

Pesquisa geológica

Caracterização das argilas

Na pesquisa detalhada da jazida, deve-se definir tipos de minérios com características tecnológicas específicas, passíveis de serem individualizados na extração. O custo de extração impõe que pequenos leitos ou impurezas disseminadas no material, de difícil separação na lavra, sejam considerados parte integrante de um tipo de minério. (Figura 1).

O espaçamento entre os furos de sondagem será determinado pelo conhecimento prévio da geologia da jazida e servindo-se da fórmula (C). O mapeamento detalhado possibilita a correlação com minas da mesma formação geológica, permitindo a fixação da malha de sondagem inicial. Quando os resultados dos ensaios realizados nas amostras da sondagem se enquadrarem na faixa de inspeção rigorosa, a malha deve ser adensada. Ao contrário, se os resultados dos ensaios estiverem na faixa classificada como reduzida, o espaçamento entre os furos de sondagem pode ser aumentado. A malha ideal é aquela em que os resultados apresentem variância dentro da faixa que indica a necessidade de controle normal.

Como resultado dessa pesquisa, serão estabelecidos blocos de minério que apresentem características homogêneas, com posição definida na jazida, permitindo estabelecer suas respectivas relações de mineração, ou seja, a relação do custo de extração do minério com o custo de extração do estéril.

Estabelecimento de composições

A partir da definição desses blocos de características específicas, deve-se realizar experiências com diferentes formulações. A composição entre os tipos de minério existentes na jazida deve levar em consideração as reservas individualizadas, a relação de mineração de cada um e a configuração final da cava (*pit* final de lavra) com vistas à recuperação ambiental da área lavrada.

Lavra, beneficiamento e estoque

A definição da mina fornecida pelo mapeamento, sondagem e pelos ensaios cerâmicos individuais e de composição realizados, permite então a proposição de método de lavra que possibilite a extração em separado dos tipos definidos, podendo-se propor:

- Extração de cada tipo em separado e mantido apartado até a mistura;
- Execução rígida da composição de argilas;
- Essa composição deve ser feita na passagem por britadores ou na disposição em pátios para secagem;
- Estabelecimento de “pátios” de homogeneização/secagem de tamanho constante;
- Empilhamento em camadas inclinadas em todas as fases do processo. Esse empilhamento, é realizado facilmente pela própria máquina escavadeira² (Figura 2).

Os ensaios para determinação da característica tecnológica obedecem à mesma sistemática adotada na pesquisa, ou seja, inicialmente amostras são coletadas a cada 5 toneladas produzidas, estabelecendo-se, com a aplicação da fórmula (C), a frequência necessária de amostragem e o tamanho dos lotes de estoque. Essas medidas permitem o controle imediato, bem como reduções das variações das argilas fornecidas à cerâmica.

Essas medidas passam pela definição precisa de métodos de homogeneização adequados, métodos de estoque/empilhamento tanto dos tipos a serem compostos, como da massa já misturada e estabelecimento de nível de estoque seguro para evitar possíveis variações dos tipos e da composição.

Controle na recepção

Com o mesmo detalhamento proposto, a indústria consumidora deve controlar a chegada do material ao seu estoque e, quando for o caso, ao *box* de alimentação dos moinhos. Inicialmente, controla-se a matéria-prima a cada caminhão e, dependendo dos resultados obtidos, atendo-se à mesma fórmula (C) utilizada até então, reduzem-se ou intensificam-se as amostragens.

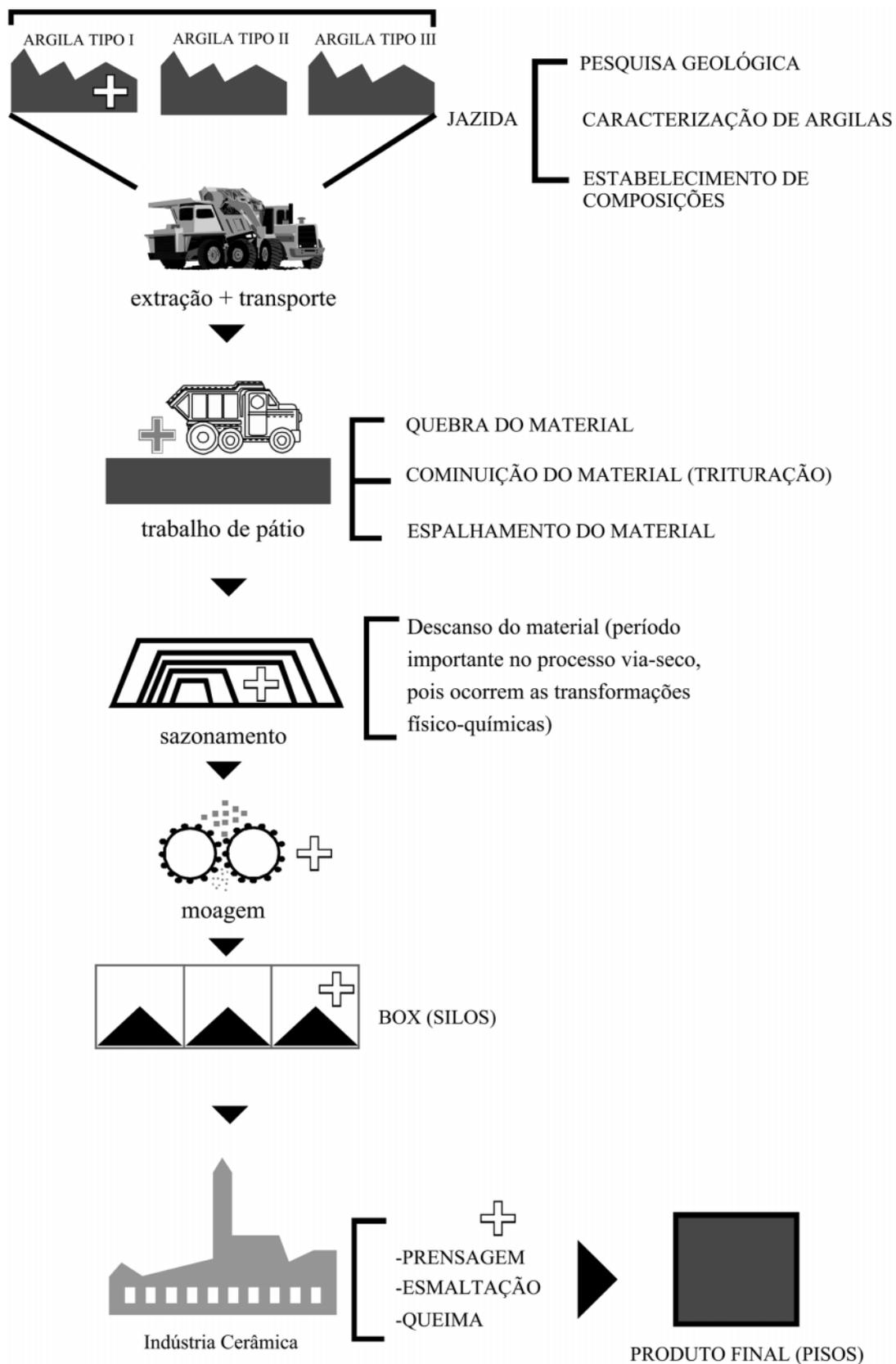


Figura 1. Fluxogramas das etapas que devem ser desenvolvidas nas argilas utilizadas no pólo Cerâmico de Santa Gertrudes.
 Obs: O símbolo + representa pontos onde devem ser amostrados.

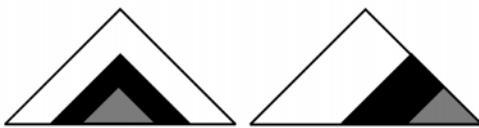


Figura 2. Empilhamento em camadas inclinadas².

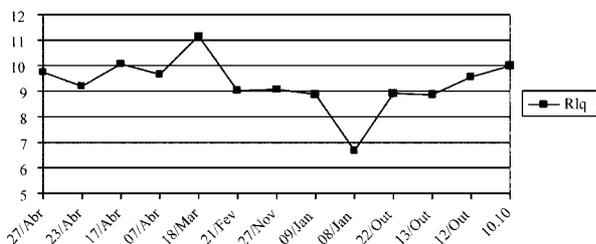


Figura 3. Variação dos valores de retração linear de queima Rlq de argila da mineração A.

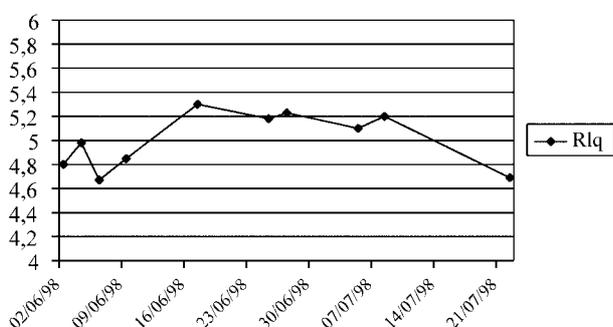


Figura 4. Variação dos valores de retração linear de queima Rlq de argila da mineração B.

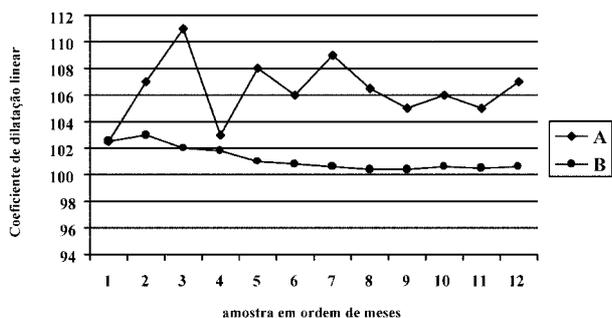


Figura 5. Valores de dilatação térmica linear ao longo de 12 meses.

Resultados

A partir de amostragens sistemáticas realizadas em minerações de argila para cerâmica de revestimentos no Estado de São Paulo, observam-se as seguintes situações distintas:

A mineração **A** não realiza qualquer controle na produção de argila. Essa empresa não realiza sequer controles para a homogeneização dos tipos da composição, ficando evidente a dificuldade da produção industrial quando a retração, que seria esperada, em torno de 9%, atinge valores menores do que 7% ou maiores do que 11% (Figura 3).

Em uma situação diferente, em que a empresa **B** controla as características dos tipos individualmente, mas falha nos controles de homogeneização e estoque, os resultados indicam a necessidade de controle mais rigoroso na produção dos pátios de homogeneização. A retração de queima mantém-se constante a cada período, na faixa de 4,7 a 5%, passando para a faixa de 5,15 a 5,25 % num período seguinte, retornando posteriormente à faixa de 4,7%. Esse fato realça a falta de controle no procedimento de mistura das argilas com a variação da proporção de material com maior retração na composição da matéria-prima para consumo (Figura 4).

Em estudos realizados pelo **ITC**, com amostras de matérias-primas de duas minerações da Espanha, constatou-se que o controle estatístico proporcionou estabilização dos valores de dilatação térmica linear das argilas (Figura 5).

Conclusões

A realização do controle de características cerâmicas permite a simplificação do procedimento industrial, reduzindo-se perdas devido a ajustes que, de outro modo, se fariam necessários e frequentes.

O método proposto não demanda investimentos significativos. Restringe-se às análises de baixo custo propostas e à formação de estoques reguladores. Esses estoques, por outro lado, são necessários para a segurança industrial e para o sazonalidade tão necessário às matérias-primas cerâmicas.

Referências Bibliográficas

1. Barba, A.; Beltrán, V.; Feliu, C.; Garcia, J.; Ginés, F.; Sanches, E.; Sanz, V. Manual para el control de la calidad de materias-primas arcillosas, Instituto de Tecnología Cerámica -AICE, Espanha, 178p, (1997).
2. Gari, J.M. Almacenes homogeneizadores o podrideros. homogenizadores, Automatización, draga (I). Técnica Cerámica, 205, 484-492, 1992.