

1º Workshop sobre Revestimentos Cerâmicos

A Influência da Queima na Variação da Tonalidade de Revestimentos Cerâmicos

João Batista Borgert

Esmalglass do Brasil

Resumo: Quando se fala em variação de tonalidade praticamente todas as atenções se voltam para o processo de decoração. Muito embora a decoração seja indubitavelmente a etapa mais importante no que diz respeito a variação de tonalidade há outras etapas que também exercem considerável influência sobre essa variável e também precisam ser compreendidas para que se possa minimizar a variação de tonalidade. Nesse sentido, o presente trabalho procurou apresentar sucintamente todos os aspectos ligados a queima que, de alguma forma, podem influenciar a cor dos produtos que saem do forno.

Palavras-chaves: materiais cerâmicos, queima, tonalidade

Introdução

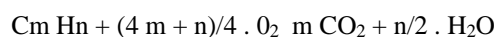
A cor dos vidrados em fase sólida não depende unicamente de sua composição, da classe e quantidade de material corante, como também é influenciada pela temperatura de queima, pela atmosfera do forno durante a mesma, pela velocidade da queima e resfriamento (ciclo), e até mesmo pela cor do suporte cerâmico (se o vidrado for transparente e o engobe pouco opaco).

Estes fatos, isolados ou em conjunto, podem gerar problemas de variação de tonalidades, influenciando decisivamente no rendimento fabril.

Fundamentação Básica

1. Combustão: É uma reação química de oxidação entre combustível e comburente, sendo sempre exotérmica.

2. Fórmula Geral para Combustão de Hidrocarboneto:



onde: $(4m+n)/4$ é a quantidade teórica ou estequiométrica de oxigênio.

3. Zonas de um Forno e Funções:

- *Pré-Forno:* Eliminação da umidade superficial (150 °C);
- *Aspiração Principal:* Eliminação dos gases originados da combustão e reações do material (500 °C);
- *Pré-Aquecimento:* Preparação do revestimento para a queima, eliminando material orgânico, água de constituição, carbonatos e oxidação dos compostos de ferro (500 °C – 1020 °C);

- *Pré-Queima:* Amolecimento dos esmaltes e formação dos aluminossilicatos e silicatos da massa (1020° – 1100 °C);
- *Queima:* Sinterização da massa e estiramento do esmalte (1100 °C – 1200 °C);
- *Resfriamento Rápido:* Resfriamento brusco do material (1180 °C – 620 °C);
- *Resfriamento Indireto:* Troca suave de calor, é responsável pela transição do Quartzo para , à 573 °C (600 °C – 500 °C).
- *Resfriamento Final:* Leva o material para mais próximo possível da temperatura ambiente (500 °C – 100 °C).

MUDANÇA DE TONALIDADE NA CLASSIFICAÇÃO DE PISOS E AZULEJOS



Figura 1. Mudança de tonalidade na classificação de pisos e azulejos.

Dimensionamento dos Problemas de Tonalidade Gerados pela Queima dos Revestimentos Cerâmicos

Em trabalho de pesquisa realizado na Espanha, em 1994, visando definir e quantificar os fatores que influenciam na variação de tonalidade de revestimentos cerâmicos, elaborado em conjunto pelo Instituto de Tecnologia Cerâmica (ITC), Associação de Investigação das Indústrias Cerâmicas (AICE) e Universidade Jaume I, de Castellón, concluiu-se que a queima é responsável por 10% do total das causas identificadas por mudança de tonalidade na classificação de pisos e azulejos.

Fatores que, por Variação, podem Gerar Problemas de Tonalidade Durante a Queima

Inicialmente, é importante salientar que, sempre que houver variação na tonalidade derivada exclusivamente da queima, esta é originada pela falta de homogeneidade nesta fase do processo, por regulação inadequada, ou pelo uso indevido de matérias-primas para a condição imposta na queima.

Os parâmetros que podem provocar alteração na cor, e que por consequência exigem monitoramento durante a queima de revestimentos cerâmicos são: Temperatura, Ciclo, Pressão, Atmosfera, Resfriamento

Temperatura

Como estamos falando especificamente de um tratamento térmico (queima), a temperatura é responsável por quase toda a gama de problemas de tonalidade enfrentados durante esta fase do processo.

A variação da temperatura sempre ocasionará oscilações nas cores (embora nem todas sejam perceptíveis ou influenciem na tonalidade do produto acabado), principalmente em regimes de Monoqueima, onde a cor do biscoito sofrerá abruptas variações na coloração quando queimado com temperaturas distintas.

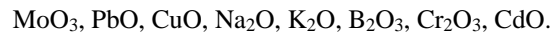
Todos os componentes (óxidos) do vidro possuem, de acordo com sua quantidade, uma considerável influência sobre a possível coloração, de modo que há diversos corantes que somente podem atuar plenamente em composições específicas de vidro, ou que somente podem ser queimados até determinadas temperaturas. Há poucos corantes que são estáveis em todos os intervalos de temperatura de queima.

Como exemplo desta afirmativa, podemos citar:

- Azul de cobalto e o verde de cromo são bastante estáveis em um intervalo muito amplo de temperatura;
- Corantes derivados de óxidos de antimônio ou óxido de cobre podem desaparecer em temperaturas demasiado altas.

Ainda podemos citar os esmaltes coloridos de chumbo com óxido de urânio ou cromo, bem como vidrados mates de bário com níquel, que sofrem grandes alterações na cor, devido à temperaturas muito elevadas na queima.

Também por excesso de temperatura, sempre se vaporiza uma parte dos óxidos contidos no vidro, sendo que os mais voláteis são:



Como consequência desta vaporização, temos alterações na textura do esmalte, que já não fundirá normalmente, bem como radicais mudanças de cor quando óxidos corantes (Cu, Cr, Mo) são depositados sobre outros esmaltes próximos (vidrados brancos de estanho tornam-se rosados em contato com indícios de Cr_2O_3).

É importante também citar que nem todas as variações na tonalidade são derivadas da cor; o brilho e a textura dos revestimentos cerâmicos também criam lotes diferenciados na classificação destes, e estes sofrem influência direta da temperatura de queima.

Genericamente, podemos afirmar que, à medida em que a temperatura eleva-se, os esmaltes cristalinos e brancos de zircônio ficam mais brilhantes e com melhor estiramento. Já os esmaltes mates, principalmente os de zinco e cálcio (mais comuns) sofrem maior influência na textura, ficando mais “sedosos” à medida em que a temperatura aumenta.

Ciclo de Queima

É, sem dúvida, juntamente com a temperatura, o fator que mais influencia na tonalidade durante a queima. Também comumente chamado como “Tempo de Queima”, podemos defini-lo como o tempo necessário para que o revestimento cerâmico percorra toda a extensão do forno. Este tempo, deve ser longo o suficiente para que todas as reações previstas no tratamento térmico sejam processadas.

Quando o ciclo de queima for menor que o necessário, podemos ter os seguintes problemas com relação à tonalidade:

- Diferença na cor do biscoito (e em alguns casos até de tamanho) entre as peças da lateral do forno (mais fria) e às do centro (mais quente), pelo arrasto dinâmico da temperatura;
- Reações incompletas nos vidrados, tintas e corantes que, pelo gradiente de temperatura, podem alterar a cor, a textura e o brilho da superfície dos revestimentos cerâmicos, principalmente nos vidrados mates ou brancos de zircônio.

Pressão

A pressão interna do forno durante a queima é importante sob diversos aspectos. Com relação à tonalidade, sua influência manifesta-se na homogeneidade dos parâmetros de temperatura e atmosfera do forno.

Em um planejamento normal de queima, deveremos ter as seguintes condições de pressão do forno:

- Pré-aquecimento: Câmara em depressão;
- Pré-queima: “Ponto Zero” de pressão sobre o plano dos rolos;
- Queima: Pressão de 0,2 a 0,3 mm CA sobre o plano dos rolos;
- Resfriamento Rápido: 0,1 a 0,3 mm CA.

Atmosfera

A atmosfera que cerca os revestimentos cerâmicos durante sua queima, dependendo da composição do esmalte, pode ter influência decisiva em sua coloração. São composições que até podem ser queimadas com oxidação, porém somente obtém suas peculiaridades típicas ou sua plena beleza de cor e superfície em atmosfera redutora.

Assim, podemos citar como exemplos:

- Todos os vidrados reativos e coloridos para obtenção da cor verde através de óxido de ferro;
- Numerosos vidrados transparentes (principalmente os de feldspato – CaO) e todos os esmaltes mates, apresentam os melhores resultados quando queimados nesta condição;
- Os vidrados lustres, quando busca-se sua iridescência.

Desta forma, o normal é que tenhamos os fornos com a seguinte regulagem atmosférica:

- Até a zona de pré-queima, fortemente oxidante;
- Pré-queima e queima, levemente redutora.

Resfriamento

Apesar de ser uma etapa já posterior à queima, também o resfriamento pode influenciar sobre a tonalidade dos revestimentos cerâmicos.

Se o mesmo não for processado de forma brusca (resfriamento rápido), com injeção de ar frio, há o risco da reoxidação do esmalte, anulando os efeitos da queima redutora. É comum observarmos que esmaltes transparen-

tes, ricos em zinco, podem tornar-se leitosos (opacos), com resfriamento muito lento.

Também o brilho é influenciado pela velocidade do resfriamento, motivo pelo qual os vidrados mates requerem especial atenção nesta etapa do processo.

Conclusão

Embora não seja o principal causador da variação da tonalidade dos revestimentos cerâmicos, a queima pode contribuir de maneira significativa para o seu agravamento ou controle.

É notório que as variações advindas desta etapa do processo, são consequência direta de “ajustes” feitos durante a queima, visando solucionar problemas anteriormente adquiridos. Desta forma, o padrão de temperatura é desprezado para corrigir tamanho, o ciclo de queima é reduzido em favor da economia (?) ou perdas de produção, a curva de queima é alterada para reduzir o consumo energético.

Se quisermos produtos com qualidade, com maiores lotes dentro de uma mesma tonalidade, o respeito aos padrões é imprescindível, principalmente:

- Perfil de temperatura (curva de queima);
- Perfil de pressão interna;
- Composição da atmosfera do forno;
- Ciclo de Queima.

Referências

1. NEGRE, F.; MORENO, A.; SANCHEZ, E.; BARBA, A.; Factores que influyen sobre la variabilidad de la tonalidad de baldosas cerámicas. Alcora, 1994 (não publicado).
2. FABREGAT, F.G; Influence of kiln atmosphere variations on the colour of tiles. Castellón, 1998.
3. MATTHES, W.E.; Vidriados cerâmicos, Vol. 1, Ediciones Omega, S.A. – Barcela, 1990.
4. MONTEDO, O. R. K.; Conceitos técnicos do processo de queima e sua aplicação industrial. Criciúma, 1998 (não publicado).