

Influência da Serigrafia sobre a Variação de Tonalidade de Revestimentos Cerâmicos

V. Sanz, E. Sánchez, E. Bou e M. Tirado

Instituto de Tecnología Cerámica

Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas

Universitat Jaume I. Castellón – España

Resumo: O trabalho faz uma análise detalhada do processo de decoração de revestimentos cerâmicos por serigrafia e busca encontrar todas as variáveis do mesmo que possam causar a variação de tonalidade. A conclusão dessa análise é que não há realmente um parâmetro isolado que possa ser apontado como responsável pela variação de tonalidade mas sim um conjunto de variáveis interdependentes que precisam ser compreendidas e adequadamente controladas.

Palavras-chaves: *revestimentos cerâmicos, serigrafia, variação de tonalidade*

Introdução

Como resultado de vários estudos realizados em diversas empresas pôde-se comprovar experimentalmente que a decoração serigráfica é a principal causa da variação de tonalidades em revestimentos cerâmicos.

Na figura 1 foram representadas as influências de diferentes fatores sobre o surgimento da variação de tonalidade. Como pode ser visto, mais de 50% é devido a serigrafia, ao passo que a esmaltação ou a queima, apesar de terem uma importância significativa, tem um efeito consideravelmente menor. Cabe destacar a influência da gestão, que faz com que seja necessário, ou não, uma nova tonalidade cada vez que se muda as condições de trabalho.

Dessa maneira, para reduzir o aparecimento da variação de tonalidade é necessário enfatizar particularmente a etapa da decoração serigráfica e melhorar o seu controle, principalmente nos parâmetros que podem dar origem a variações de tonalidade em revestimentos cerâmicos.

O processo de decoração serigráfica

A técnica de decoração serigráfica, como mostra a figura 2, consiste em depositar uma tinta através de uma tela. Essa tela consiste de um desenho contido em uma tela tencionada que somente permite a passagem da tinta através de certas regiões. A aplicação sucessiva de tintas diferentes por telas com desenhos diferentes permite a reprodução de motivos relativamente complexos.

Logicamente para assegurar a reproducibilidade da decoração ao longo do tempo é necessário manter constantes as características de elementos tais como a tela, a

espátula e as tintas, assim como as variáveis de operação do processo.

O processo de aplicação serigráfica pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Preenchimento dos orifícios da tela. A espátula, durante seu avanço, gera uma força sobre a tinta que a leva a preencher as aberturas da tela. A força gerada pelo avanço da espátula tem uma direção perpendicular a sua superfície de ataque. Essa força, pode ser descomposta em uma força normal à tela, responsável pelo preenchimento, e outra tangencial à tela, que é responsável pelo movimento da espátula.

Segundo o esquema apresentado na figura 3, a força exercida pela espátula sobre a tinta dependerá da sua velocidade e do ângulo de ataque. Este último pode modificar-se nas proximidades da tela devido à deformação da espátula.



Figura 1. Causas das variações de tonalidade.

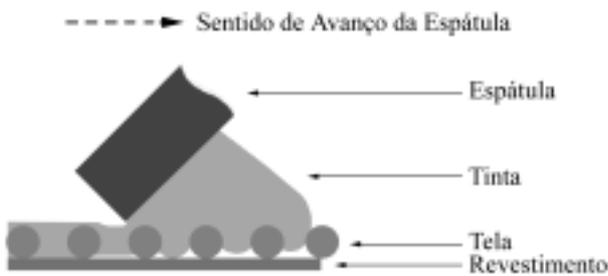


Figura 2. Esquema do processo de decoração serigráfica.

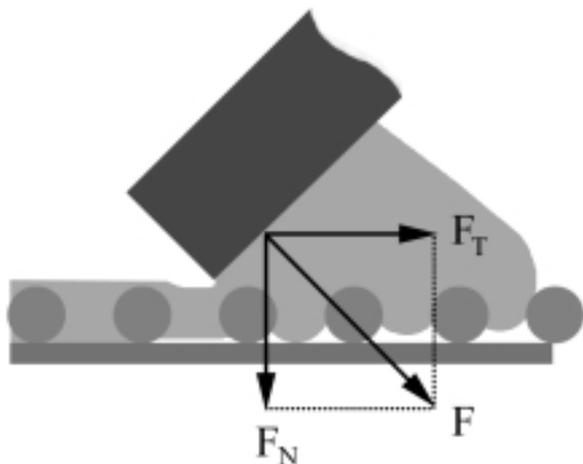


Figura 3. Componentes normais (F_N) e tangencial (F_T) da força gerada pelo avanço da espátula (F).

Por outro lado, a viscosidade da tinta determina a resposta da mesma à força aplicada. Quanto menor for a viscosidade, maior é a facilidade para o preenchimento das aberturas da tela.

- A segunda etapa corresponde ao processo de transferência da tinta da tela para o suporte. Este processo é muito rápido e nele atuam as forças de coesão da tinta (entre as moléculas do líquido), e as forças de adesão entre a tinta e a tela e a tinta e a superfície da peça. Ao afastar-se a espátula da zona de impressão, o contato entre a tela e o suporte é desfeito. Nesse momento a tinta tende a deformar-se, devido às forças de adesão com a tela, que está se afastando, da superfície da peça, como mostra a figura 4. Essa deformação se dá até o ponto de ruptura e nesse momento parte da tinta deixa a tela e fica aderida à superfície da peça.

Pela descrição do processo pode-se perceber que a aplicação da tinta sobre a superfície das peças é fundamentalmente um processo volumétrico. Qualquer variável que possa afetar o volume da tela afetará a quantidade de tinta depositada e conseqüentemente poderá afetar a tonalidade do produto final. Da mesma forma, se o preenchimento dos orifícios não for feito corretamente o volume de tinta depositado variará, podendo provocar variações de tonalidades.

As telas serigráficas

A tela é composta de uma moldura, uma tela e a emulsão fotossensível. No seu conjunto, esses elementos determinam a quantidade de tinta depositada e a resolução do desenho.

As telas podem causar variações de tonalidade devido a variações no seu processo de fabricação ou por sua deterioração durante o uso. No processo de fabricação das telas o resultado nem sempre é o mesmo, principalmente devido a utilização de um processo fotográfico na obtenção dos fotolitos e a variações no processo manual de fabricação. Por outro lado, o desgaste das telas se deve principalmente à perda da emulsão, e a obliteração (entupimento) das aberturas por partículas. Além disso, a tensão da tela pode diminuir durante o uso, o que também leva a alteração da quantidade de tinta depositada.

Elementos

A moldura delimita os limites exteriores da tela e serve para conferir a ela a rigidez necessária. As molduras utilizadas são de alumínio, e suas dimensões estão relacionadas às do suporte a ser decorado, sendo aconselhável deixar uma margem de 10 a 15 cm entre a borda da peça e os lados da moldura. A utilização de molduras muito pequenas, em relação às dimensões do desenho, leva a uma tensão excessiva da tela com a conseqüente dificuldade de trabalho e menor duração da tela. Devido à baixa reprodutibilidade com que se produz as telas, a troca das mesmas, via de regra leva a variações de tonalidade.

As telas mais empregadas na decoração serigráfica de revestimentos cerâmicos são feitas de um monofilamento de poliéster, uma vez que estas permitem uma impressão de precisão.

Os parâmetros mais importantes, que servem para identificar o tecido de uma tela são:

- *Densidade*, definida como o número de aberturas por unidade de comprimento, e usualmente expressa como nº fios/cm.
- *Diâmetro do fio*, expresso em micrômetros (m).

Esses parâmetros, determinam algumas características importantes das telas, tais como:

- Abertura da malha, ou tamanho das aberturas compreendidas entre os fios da tela (micrômetros).
- Volume teórico, ou volume de tinta depositado por unidade de área (cm^3/cm^2).

O volume teórico, que depende do número de fios, do seu diâmetro e do tipo de trama (trançado) do tecido, é o parâmetro da tela que determina a quantidade de tinta depositada.

Assim sendo a identificação da tela não pode ser feita com base unicamente no número de fios do tecido, devendo-se utilizar simultaneamente o seu diâmetro.

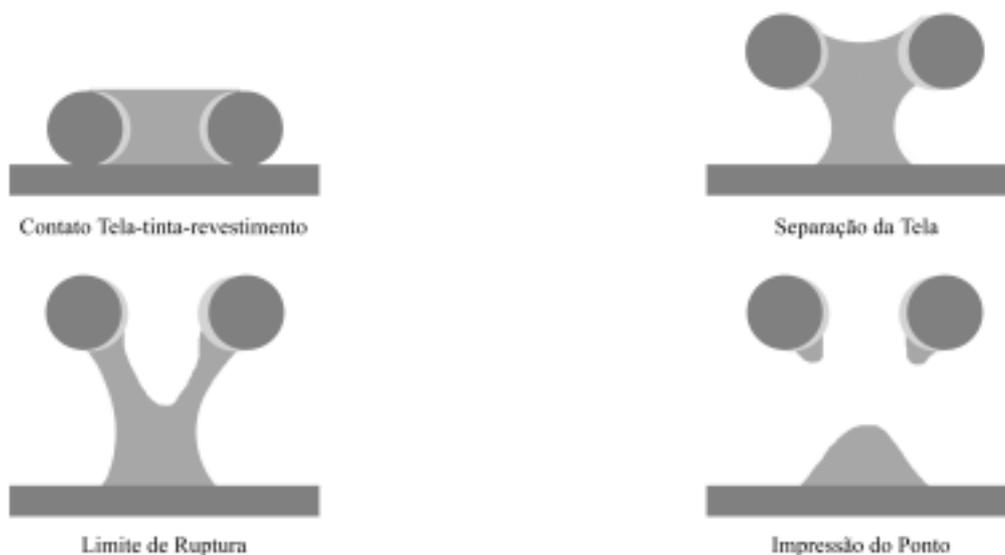


Figura 4. Aplicação. Processo de Transferência da tinta da tela à peça.

Na maioria dos casos, a escolha da tela deve ser feita com base em três exigências fundamentais, que são: a obtenção de uma boa reprodução do desenho, o depósito da quantidade de tinta necessária e a máxima duração da tela. Em geral se opta por uma solução intermediária de compromisso.

Os desenhos de traços finos requerem o uso de telas com elevado número de fios por centímetro. Os desenhos com traços mais grossos podem ser feitos com qualquer tela, muito embora a escolha influencie consideravelmente a quantidade de tinta depositada.

Habitualmente, se trabalha com uma abertura de tela de 70 mm e se varia a densidade, trabalhando com um nº de fios que vai desde 77 a 61 fios/cm, para isso se utiliza fios de diferentes diâmetros. Também se utiliza tecidos com uma densidade de até 90 fios/cm, que proporcionam uma maior definição do ponto, porém a abertura da malha deve ser suficientemente grande para permitir a passagem das partículas sólidas das tintas sem produzir a obliteração da malha.

O terceiro componente da tela é a emulsão fotossensível, que é a responsável pelo desenho.

Atualmente estes produtos tem um nível de qualidade aceitável, muito embora uma melhoria da sua resistência à abrasão sempre seja desejável pois aumentaria a duração das telas.

A espessura da camada de emulsão aplicada afeta diretamente a quantidade de tinta depositada na impressão, uma vez que influencia o volume de preenchimento dos orifícios da tela. As variações desta espessura são devidas ao processo de fabricação e ao seu desgaste durante o uso.

Processo de fabricação

A figura 6 apresenta uma representação esquemática do processo de fabricação das telas serigráficas, o qual será explicado sucintamente a seguir.

Primeiramente é feito o tensionamento do tecido. A tensão do tecido é um dos parâmetros mais importantes na determinação da qualidade da impressão e influencia diretamente a duração da tela. O tecido deve estar submetido a uma tensão uniforme em toda sua extensão, caso contrário o depósito de tinta é desigual e a imagem obtida é defeituosa.

Após ter sido tensionado o tecido é fixado à moldura através de um adesivo e posteriormente se faz o desengorramento da tela através de lavagem. Após a lavagem é feita a secagem. A seguir aplica-se a emulsão fotossensível. Esta operação é uma das mais delicadas e requer certa experiência, uma vez que geralmente é feita manualmente. Como já se mencionou anteriormente, as variações da espessura da camada de emulsão aplicada se refletem diretamente na tonalidade dos revestimentos, devido a variação do volume de tinta aplicada à superfície da peça.

A etapa seguinte é a secagem da emulsão. Esta deve ser feita em uma temperatura adequada, inferior a 30°C e por um tempo preestabelecido. Uma temperatura muito elevada ou um tempo demasiadamente longo produzirão um en-



Figura 5. Vista frontal e seção transversal de uma tela sem emulsão (esquerda) e com emulsão (direita).

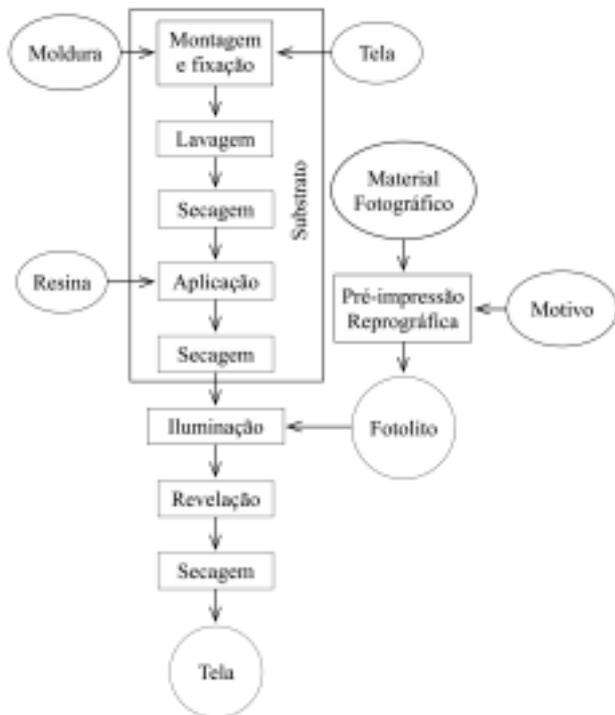


Figura 6. Esquema do processo de confecção das telas serigráficas.

endurecimento excessivo da emulsão, o que dificultaria a revelação.

A seguir se faz a iluminação da tela, sobre a qual foi colocado o fotolito (folha de poliéster com o positivo da imagem que se quer reproduzir), através de uma lâmpada de luz ultravioleta. Esta etapa é provavelmente a mais crítica uma vez que a emulsão é muito sensível a radiação luminosa a que é submetida.

Finalmente é feita a revelação por lavagem através de água sob pressão, na qual as partes em que a luz ultravioleta não incidiu (protegidas pela imagem do fotolito), a emulsão que não foi exposta a radiação ultravioleta e permanece solúvel em água, é eliminada ao passo que a emulsão nas partes que foram expostas reagiram e se tornaram insolúveis.

Nesta etapa são também revelados os possíveis defeitos da secagem e/ou iluminação, com a correspondente variações indesejáveis da espessura da camada de emulsão. Obviamente a falta de um controle suficientemente rígido nessas etapas pode causar a variação de tonalidade de uma tela para outra. Além disso o endurecimento incorreto da emulsão pode levar a deterioração acelerada da tela, o que obriga a troca da mesma e a possibilidade de se ter uma tonalidade diferente.

Nos parágrafos anteriores foram descritas as operações realizadas no laboratório de fabricação das telas propriamente dito. Agora é preciso considerar as etapas anteriores nas quais foram feitos o motivo ou desenho e os fotolitos

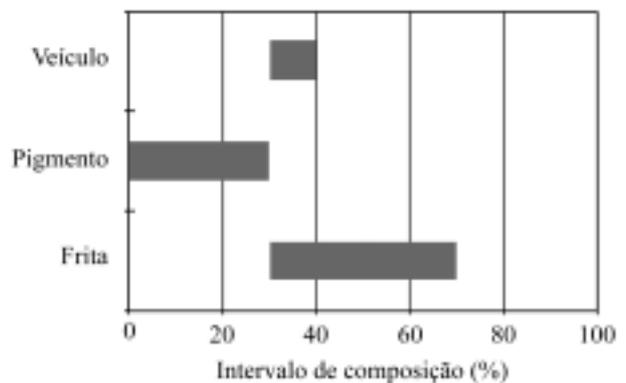


Figura 7. Intervalo de composição das tintas serigráficas industriais.

correspondentes, que foram utilizados na etapa de iluminação da resina fotosensível. Estas etapas, muito embora não sejam feitas no laboratório de telas tem uma influência direta sobre as características, e conseqüentemente a qualidade, das telas. Já que é nesta fase do trabalho que se decide as características (tipo de trama, número de pontos,) do desenho que se utilizará (se o desenho é tramado) e onde se confecciona o fotolito.

A preparação do fotolito é a etapa responsável, em grande parte, pelas diferenças existentes entre as telas que contém um mesmo desenho. A variação da forma, tamanho e opacidade dos pontos que compõem a imagem no fotolito dão origem, na tela, a variações da área livre para a passagem da tinta, o que leva a variações da quantidade de tinta depositada sobre a superfície da peça e, por conseqüente, a variação da tonalidade da mesma.

O processo tradicional para a preparação do fotolito consiste na utilização de técnicas reprográficas que permitem, à partir de um motivo (desenho, pedra, etc..), obter os diferentes fotolitos que compõem o desenho a ser impresso sobre o suporte. Uma vez obtidos os fotolitos originais as modificações posteriores se dão na preparação das cópias. Este processo é que provoca as variações entre os diferentes fotolitos de um mesmo desenho.

Recentemente foi desenvolvida uma nova técnica de obtenção de fotolitos que consiste em digitalizar uma imagem através de um "scanner". Posteriormente essa imagem pode ser modificada utilizando-se um computador e programas apropriados. Finalmente o fotolito é produzido à partir de imagens digitalizadas de modo que os fotolitos são fácil e fielmente reproduzidos.

As tintas serigráficas

As tintas serigráficas utilizadas atualmente são suspensões concentradas de sólidos de composição muito variável (figura 7). Os sólidos, que constituem aproximadamente 50 a 70%, em peso, da pasta, são basicamente fritas e pigmentos, que proporcionam a fundência e a tonalidade buscadas. O líquido suspensor é composto por diferentes tipos de

glicóis. Atualmente também estão sendo introduzidos alguns aditivos misturados diretamente ao veículo. Esses aditivos conferem as tintas certas características específicas (fluidificantes, ligantes, umectantes, tixotropantes, etc.)

No conjunto essas misturas constituem uma massa fluida que pode ser facilmente transferida da tela para a superfície da peça através das aberturas da tela, pela ação da espátula.

Densidade

A densidade das tintas serigráficas está intimamente relacionada à concentração de sólidos, muito embora, por simplicidade, o parâmetro que se mede seja o primeiro.

A densidade influencia diretamente a viscosidade da tinta, o que, por sua vez, influencia a quantidade de tinta depositada sobre a superfície da peça. A influência da viscosidade sobre o processo de impressão será discutido no parágrafo seguinte.

Por outro lado, como mencionado anteriormente, a densidade das tintas está diretamente relacionada ao conteúdo de sólido, o qual determina a quantidade de tinta sólida impressa e conseqüentemente a tonalidade obtida.

Foi demonstrado experimentalmente que ao se aumentar a densidade das tintas aumenta-se também a intensidade da cor das impressões, sendo a variação de cor notável, como pode ser visto na figura 8, que representa a diferença de cor (ΔE) observada em função da densidade de três tintas. O cálculo da diferença de cor foi feito à partir das coordenadas cromáticas (L,a,b), tomando-se como referência a tinta com menor densidade.

Comportamento reológico

O comportamento das tintas durante a aplicação é regulado por suas características reológicas, devido à influência destas sobre os processos de preenchimento e esvaziamento das aberturas das telas.

De modo geral é conveniente que as tintas apresentem comportamento pseudoplástico, como na figura 9. Este comportamento permite uma elevada viscosidade a baixas taxas de cisalhamento, o que resulta em uma melhor definição do ponto durante a impressão e ao mesmo tempo evita o gotejamento da tinta através da tela, que levaria ao

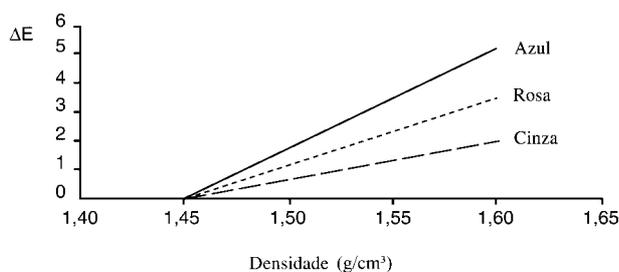


Figura 8. Influência da densidade das tintas sobre a tonalidade das impressões serigráficas.

“borramento” do desenho. Por outro lado, a diminuição da viscosidade ao se aumentar a taxa de cisalhamento facilita o preenchimento das aberturas da tela assim como seu esvaziamento e depósito sobre a peça.

Na figura 9 foram representados os limites superior e inferior entre os quais normalmente estão as tintas adequadas para diferentes desenhos.

Se o desenho é formado por “plastones” é interessante que a viscosidade a baixas taxas de cisalhamento não seja elevada, o que permite um bom nivelamento da tinta após a aplicação e a formação de uma camada homogênea sobre a peça. Por outro lado, se o que se deseja é obter uma elevada resolução, deve-se procurar tintas mais pseudoplásticas, para que após a deposição da tinta sobre a peça a viscosidade aumente de modo a garantir que o ponto se mantenha inalterado.

As variações de viscosidade das tintas influenciam a quantidade de tinta depositada e o formato dos pontos, como mostra a figura 10. Se a viscosidade é muito baixa o preenchimento da tela é excessivo o que dá um ganho excessivo ao ponto, que pode levar ao “borramento” e “pegados”. Esses defeitos, por sua vez, dariam origem a variação de tonalidade. Por outro lado, se a viscosidade é muito alta se produzirá diferenças entre o preenchimento e esvaziamento da tela, que poderá levar a uma falta de registro que também pode dar origem a variação de tonalidade.

Preparação das tintas

O método geral de preparação de pastas serigráfica é mostrado esquematicamente na figura 11.

Após a preparação da tinta é necessário comprovar, nas condições de produção do momento, se ela tem o comportamento e as características esperadas. Se isso não ocorrer deve-se fazer as modificações necessárias para sua correção.

As adições de veículo podem ser feitas sem problemas, já que a sua mistura com o resto da tinta se realiza facilmente. Entretanto, a adição de sólidos, normalmente com a

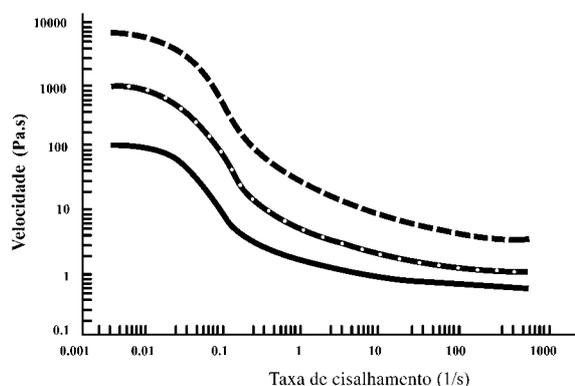


Figura 9. Compostamento genérico das tintas serigráficas.

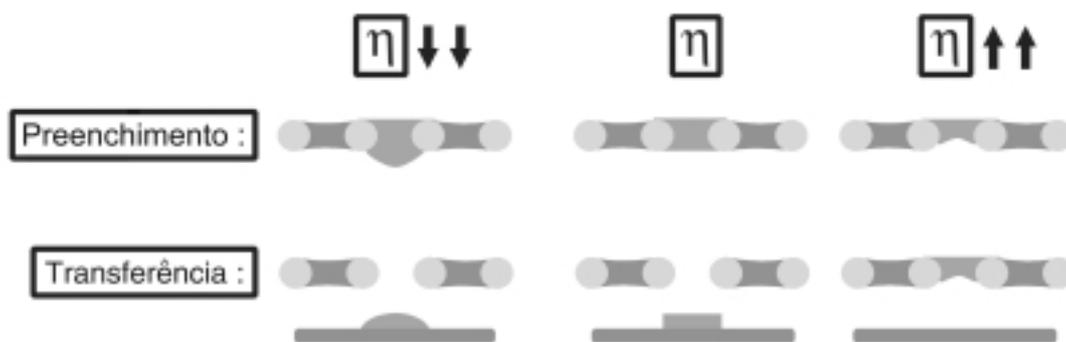


Figura 10. Compostamento das tintas nas diferentes etapas do processo de serigrafia segundo sua viscosidade.

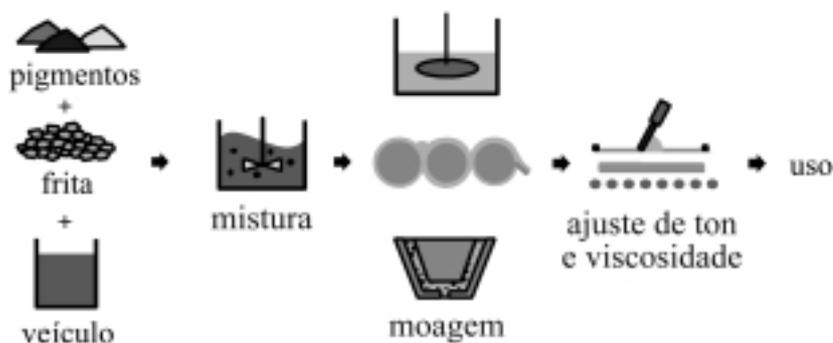


Figura 11. Processo genérico da preparação das tintas serigráficas.

finalidade de corrigir a cor, exigirá a repetição de todo o processo de preparação para se obter uma dispersão adequada do sólido adicionado. Em todo caso, deve-se sempre comprovar experimentalmente o resultado antes de se iniciar a produção do modelo.

As variações de tamanho das partículas de pigmento, como consequência do processo de preparação da tinta, fazem com que seu efeito sobre a cor varie e desse modo uma mesma composição da tinta pode dar origem a variações de tonalidade. Na figura 12 são mostradas as diferenças de tamanho das partículas de pigmento obtidas por diferentes sistemas de preparação.

Por outro lado, se o tamanho das partículas da tinta não é suficientemente fina, em relação a abertura das malhas utilizadas, ocorrerão problemas de obliteração da tela durante a aplicação serigráfica e por consequência a variação progressiva da tonalidade obtida.

Tanto as fritas como os pigmentos podem ser comprados já moídos, com tamanho de partículas inferiores a 40 μm . Ultimamente este tamanho de partículas está sendo reduzido até 20 μm , para evitar problemas de obliteração da tela e facilitar a etapa de preparação das tintas.

O processo de impressão

As máquinas serigráficas são instrumentos de impressão com uma grande quantidade de variáveis a serem controladas e por tanto, complexas sob o ponto de vista da

tecnologia da aplicação. As variáveis da máquina que influenciam na impressão serigráfica são principalmente:

A espátula

As funções da espátula são duas:

- Por um lado, a espátula assume a função de forçar a tela a contatar a superfície da peça por onde passa. Para cumprir esta função é necessário exercer sobre a espátula uma pressão maior do que a necessária para imprimir por que, evidentemente, é preciso também vencer a resistência da tela à deformação.
- Por outro lado, a função principal da espátula é a de forçar a tinta a preencher as aberturas da tela e afastar a tinta remanescente. O parâmetro que interessa para esta função é o ângulo efetivo de ataque e a velocidade de avanço uma vez que a quantidade de tinta depositada é afetada por estes parâmetros.

O material mais utilizado para as espátulas é um elastômero de poliuretano. Deve dispor-se de espátulas de diversos comprimentos, pois não é recomendável usa-las em toda a extensão da tela, já que forçaria o tecido na região de fixação a moldura.

A medida recomendável é usar-se espátulas que tenham somente 2 cm além da largura do desenho e que suas extremidades sejam arredondadas.

A espátula está sujeita a um desgaste mais ou menos rápido e portanto deve ser afiada cuidadosamente para

evitar diferenças de tonalidade, cortes do desenho e encharcamento das telas.

Os parâmetros relativos a espátula que influenciam a quantidade de tinta depositada são: velocidade, dureza e ângulo de ataque.

Na figura 13 foi representada a dependência da espessura da camada impressa com a velocidade da espátula, para duas espátulas com diferentes durezas. Como se pode observar a espessura sempre aumenta com a velocidade. Além disso, a espátula com dureza menor dá lugar a um depósito de espessura menor, devido ao fato de que sua deformação nas proximidades da tela modifica o ângulo de ataque efetivo.

Na figura 14 foi representada a dependência da espessura da impressão com o ângulo de ataque da espátula. Como pode-se observar, existe um ângulo ótimo com o qual se obtém uma espessura máxima, para ângulos de ataque menores e maiores a espessura diminui progressivamente.

A pressão exercida sobre a espátula também pode afetar a espessura da camada impressa devido à sua influência sobre o ângulo de ataque efetivo.

Distância entre a tela e a peça

Quanto maior for a distância tela/suporte melhor o registro obtido. Entretanto, devido a maior tensão a que a tela é submetida a sua duração é menor.

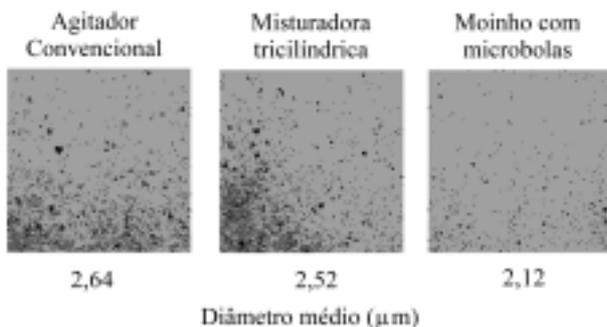


Figura 12. Diâmetro médio das partículas em função do sistema de preparação empregado.

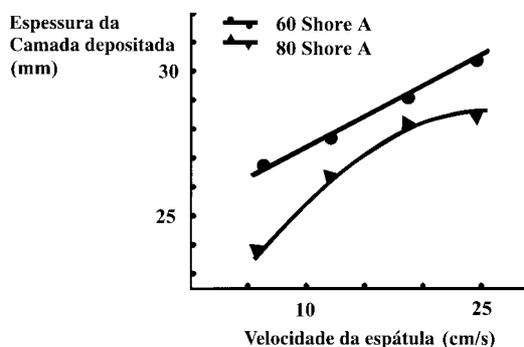


Figura 13. Dependência da espessura de impressão com a velocidade da espátula.

Da mesma forma, conforme se aumenta essa distância, a quantidade de tinta depositada será maior, assim sendo deve-se procurar manter esse parâmetro constante.

O fixador

Os fixadores utilizados são soluções de álcool e/ou acetato polivinílico em água. Este aspecto é a origem de vários problemas devido a dificuldade de se controlar a quantidade de fixador utilizado e a sua baixa velocidade de secagem, que, por sua vez, pode ser a causa de outros problemas tais como a falta de definição, “pegados”, variação de tonalidade, etc.

A função deste produto é a de formar uma fina capa protetora, que impede que os sólidos depositados adiram à superfície inferior da tela.

O fixador é aplicado por aerografia e deve estar adequadamente protegido para evitar a formação de películas dele mesmo nas proximidade da zona onde se aplica.

Habitualmente a quantidade de fixador aplicado não é controlada com a necessária precisão e periodicidade. É aconselhável entretanto que se adote o mesmo rigor que se usa em todas as outras aplicações.

A aplicação de uma quantidade variável de fixador sobre os pontos recém impressos leva ao borramento dos mesmos, o que pode dar origem a variações de tonalidade. Da mesma forma, se o fixador não secar suficientemente entre telas sucessivas pode produzir “pegados” de tinta à tela e, como consequência, variações de tonalidade.

Conclusões

Foram revistos os parâmetros relacionados a decoração serigráfica que podem dar lugar a aparição de variações de tonalidade em revestimentos cerâmicos. Estes parâmetros estão relacionados com as telas, as tintas, a regulagem da máquina serigráfica e o próprio processo de impressão. Como consequência não existe uma única solução para se eliminar as variações de tonalidade produzidos durante a decoração serigráfica devendo-se abordar o problema através do conhecimento e o controle de cada um dos parâmetros expostos.

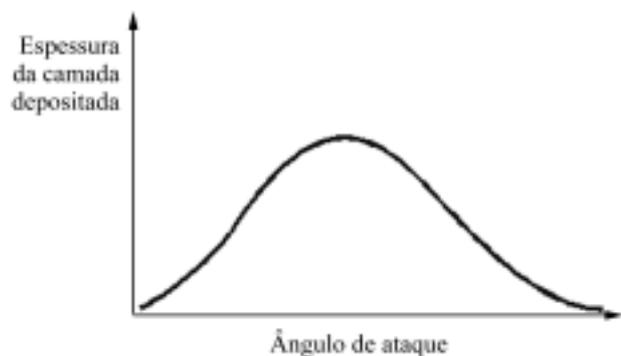


Figura 14. Dependência da espessura de impressão com o ângulo de ataque.

Referências

1. SACMI. *Tecnología de la fabricación de azulejos*.
2. GUERRIERI, G. *La serigrafía sulle piastrelle in ceramica*. Faenza: Faenza Edritice, 1980.
3. GIOVANNINI, R. *Serigrafia applicata alla ceramica. Informe del Instituto statale D'Arte per la Ceramica G. Ballardini*. Faenza: Faenza Edritice, 1978.
4. PEYSKENS, A.. *Fundamentos técnicos de la realización de pantallas para serigrafía*. Appiano Gentile: Saati, 1991.
5. KOSLOFF, A. *Screen printing techniques*. 3rd ed. Cincinnati: ST Publications, 1993.
6. DUPPEN, JAN VAN. *Manual for Screen Printing*. 1987.
7. PEÑALVER, J.; MARTÍ, V.; PORTOLÉS, J. et al. Estudio de las variables de control de aplicación serigráfica y su influencia sobre la dispersión de tonalidades en baldosas. En: *IV Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1996, p. 323-335.
8. IMENEZ, S. Elementos de control en la decoración serigráfica de baldosas cerámicas. En: *I Jornadas sobre serigrafía en la industria cerámica*. Castellón: Asociación Española de Técnicos cerámicos, 1996.
9. ARRÉBOLA, C.; GARGALLO, L., et al. Elaboración de pantallas serigráficas mediante insolación láser. En: *V Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1998, p. 113-127.
10. MARTÍ, V.; PORTOLÉS, J.; FELIU, C; SANZ, V. et al. Método racional de preparación y ajuste de las tintas serigráficas. En: *V Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1998, p. 129-143.
11. NEGRE, F.; SÁNCHEZ, E.; SANZ, V. et al. Estimación del grado de dispersión de las tintas serigráficas. En: *IV Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1996, p. 287-305.
12. NEGRE, F.; BARBA, A.; GIMENEZ, S.; SANZ, V. Influencia del vehículo en el comportamiento reológico de las tintas serigráficas. En: *IV Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1996, p. 755-758.
13. PERIS-FAJARNÉS, G.; ALCANIZ, M. et al. Análisis cuantitativo de variables de impresión serigráfica que afectan a cambios de tono en piezas serigrafiadas. . En: *V Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico QUALICER*. Castellón: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación, 1998, p. 265-281.
14. NEGRE, F.; MORENO, A.; ORTS, M.J.; BELDA, A. Caracterización de vehículos serigráficos utilizados en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos. *Técnica Cerámica*, 180, 80-84, 1990.
15. NEGRE, F.; SANZ, V.; GIMENEZ, S.; AGRAMUNT, J.V. Estado actual de la técnica de decoración de baldosas cerámicas mediante serigrafía. En: *XXXIV Congreso anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. L'Alcora (Castellón), 1994.
16. NEGRE, F.; MORENO, A.; GIMENEZ, S.; BARREDA, D. Caracterización de pantallas serigráficas utilizadas en la decoración de baldosas cerámicas. En: *XXXVI Congreso anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. San Sebastián, 1996.