

Estudo das Variáveis de Controle da Aplicação Serigráfica e sua Influência sobre a Dispersão de Tonalidades em Revestimentos Cerâmicos

P. Peñalver¹, V. Martí¹, J. Portolés¹, Negre², A. Barba², S. Giménez², E. Monfort²

¹ Taulell S.A.; ² Instituto de Tecnología Cerámica (ITC)

Resumo: No presente trabalho desenvolveu-se um sistema de aquisição de dados, em escala industrial, das variáveis que influenciam a impressão serigráfica sobre revestimentos cerâmicos produzidos por monoqueima. Estudou-se os efeitos da densidade das tintas, distância entre a tela e a superfície da peça, velocidade de impressão, efeito da pressão da espátula, efeito da cor da tinta, dentre outros aspectos, sobre a variação da tonalidade dos revestimentos. Os resultados obtidos mostraram que, para as condições estudadas, o parâmetro que mais influenciou a variação da tonalidade foi a densidade da tinta, sendo que a distância entre a tela e a superfície da peça e a velocidade de impressão também afetaram consideravelmente essa característica.

Introdução

Uma das características que afetam consideravelmente a qualidade dos revestimentos cerâmicos é o aspecto de sua superfície, que é definido fundamentalmente pela sua textura e tonalidade.

O trabalho apresentado abaixo faz parte de um estudo sobre os fatores de que depende a dispersão de tonalidades de pavimentos e revestimentos cerâmicos, que a empresa Taulell S.A. desenvolveu em colaboração com o Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), e cujo objetivo geral foi a diminuição da dispersão das tonalidades em revestimentos produzidos por monoqueima.

Vários estudos anteriores fazem menção à diversidade de fatores de que depende a tonalidade final dos revestimentos¹⁻³. São feitas referências a modificação, ao longo do tempo, das características dos diferentes materiais que integram a composição do suporte, engobe, vidrado e/ou serigrafia, e às variáveis associadas ao processo de fabricação.

Em uma primeira etapa do estudo, projetou-se um sistema de aquisição de dados no qual eram coletadas as variações de tonalidade observadas durante a classificação industrial dos revestimentos e as alterações das variáveis fundamentais.

Da análise dos resultados obtidos concluiu-se que as alterações das variáveis associadas a decoração serigráfica exerciam a influência mais relevante na dispersão de tonalidades observadas em revestimentos (decorados principal-

mente por este processo) fabricados por monoqueima (entre 40 e 60% do problema, dependendo do modelo).

As variáveis da decoração serigráfica foram classificadas naquelas relacionadas à tinta serigráfica (veículo, pigmento, base serigráfica, aditivos, processo de preparação, etc.); às devidas a tela serigráfica (quadro, tela, emulsão, condições de preparação, etc.) e às correspondentes a aplicação na linha de esmaltação (máquina de impressão, condições ambientais, etc.).

Alguns dos aspectos relacionados com a preparação e homogeneização das tintas serigráficas⁴, a importância dos parâmetros reológicos⁵⁻⁷ e a confecção das telas serigráficas⁸⁻¹³ foram tratados em outros estudos.

Objetivos

Este trabalho teve como objetivo geral analisar as variáveis de controle da aplicação serigráfica, em linhas industriais de esmaltação, e sua influência sobre a dispersão de tonalidades, sendo seus objetivos específicos:

- Projetar um dispositivo experimental capaz de registrar, de forma adequada, as alterações das variáveis que controlam a aplicação serigráfica.
- Avaliar a influência das variáveis de controle da impressão serigráfica sobre a tonalidade dos revestimentos.
- Quantificar a tolerância máxima permitível para as variáveis essenciais de aplicação.

Procedimento Experimental

Dispositivos de medida das variáveis de controle

Para a realização deste trabalho utilizou-se uma máquina de serigrafia tipo OMIS DUE, instalada em uma linha industrial de esmaltação, que incorpora um sistema de alimentação por correias laterais.

A seleção de cada um dos métodos de medida das variáveis estudadas foi realizada com base na frequência do fenômeno a ser determinado, no intervalo de medida e na precisão exigida para cada uma das variáveis.

A seguir são descritos os métodos selecionados para a avaliação de cada variável:

Temperatura da tinta na máquina serigráfica

O método de medida utilizado foi baseado em um termopar de platina (PT100), com uma precisão nominal de $\pm 0,2$ °C, que foi mantido em contato contínuo com a tinta que se encontrava sobre a tela serigráfica durante os experimentos.

Temperatura da superfície das peças na linha de esmaltação

Utilizou-se um pirômetro ótico sensível a radiação na faixa do infravermelho, Thermo-Hunter modelo BA-32T. O pirômetro foi instalado sobre a linha de esmaltação em uma região imediatamente anterior à entrada das peças a serem decoradas.

Força exercida sobre a espátula

Os sensores utilizados para a determinação desta variável foram duas células de carga por flexão, tipo EF-13, com um intervalo de medida compreendido entre 0 e 13 kgf, e um erro de 0,3% com relação ao seu fundo de escala.

Posição e velocidade da espátula

O transdutor empregado foi um sensor de posição e velocidade, Temposonic MT-500, que permitiu o registro dessas variáveis durante o movimento da espátula. O transdutor utilizado permite detectar velocidades compreendidas entre 0 e 10 m/s.

Viscosidade da tinta no recipiente de alimentação

Esta variável foi determinada de modo descontínuo utilizando-se um viscosímetro rotacional, tipo Bohlin V-88, mantendo-se constante a temperatura da tinta durante a execução da medida.

Curvatura das peças

O dispositivo utilizado para avaliar a curvatura das peças determina o afastamento da região central da peça com relação a um plano de referência (flecha). O sensor micrométrico de deslocamento utilizado permite um deslocamento máximo de 10 mm e uma precisão de 1 μ m.

Distância da tela a um plano de referência

Este valor foi medido colocando um transferidor graduado entre o quadro da tela e uma superfície de referên-

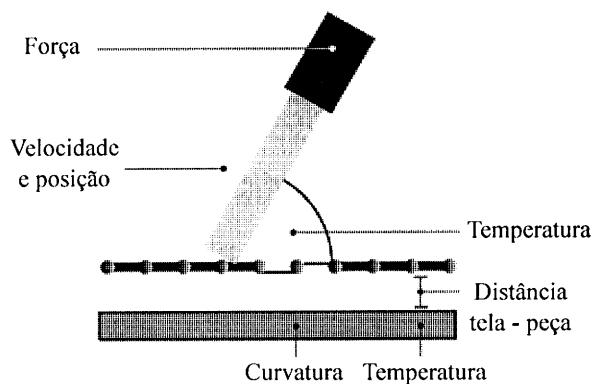


Figura 1. Representação esquemática do dispositivo de medida utilizado.

cia. A profundidade até onde pode-se introduzir o transferidor, e conseqüentemente o ângulo no ponto de contato com o quadro, é proporcional a distância entre a tela e a superfície de referência.

Materiais

No desenvolvimento do trabalho foram empregadas três tintas industriais utilizadas na fabricação de revestimentos porosos por monoqueima, compostos por uma base serigráfica (40 - 60%), pigmento (5 - 20%) e veículo serigráfico (40 - 60%), com referenciais: tinta cinza, tinta rosa e tinta azul.

O preparo das tintas constou da dosificação, mistura e dispersão do pigmento e da base no veículo e da posterior micronização em moinhos de microbolhas resultando, em todos os casos, em um tamanho máximo de partículas inferior a 30 μ m.

Posteriormente ajustou-se a densidade das tintas às condições de aplicação e, nestas condições, determinou-se a curva de viscosidade.

A aplicação serigráfica, na linha industrial, foi feita sobre peças de revestimento poroso de massa vermelha de 20x25 cm., prensadas, secas, engobadas e esmalts previamente.

Método de Avaliação dos Resultados de Impressão

As impressões foram feitas através de uma tela serigráfica de 60x80 cm, sobre a qual se havia desenhado um reticulado que dividia a área total de impressão (20x25 cm) em 3x3 áreas retangulares entrelaçadas. O tecido empregado foi de 77 furos/cm e uma trama de 20 pontos/cm. A tensão da tela confeccionada foi de 10 N/cm.

Procurando variar somente uma variável em cada experimento, mantendo o restante das variáveis essenciais constantes, procedeu-se a aplicação sobre quinze peças, selecionando as cinco últimas de cada ensaio já que se comprovou a constância da aplicação após as dez primeiras impressões.

Após as impressões, as peças foram queimadas em forno industrial e avaliou-se os resultados obtidos utilizando-se um colorímetro Macbeth Color Eye 7000, determinando as coordenadas cromáticas L^* , a^* , b^* (Cielab).

As diferenças de tonalidade foram determinadas como o ΔE calculado a partir dos dados das coordenadas cromáticas médias de cada conjunto de peças em relação a uma referência detalhada para cada experimento.

Resultados

Verificação e calibração dos dispositivos de medida

A seguir são apresentados os resultados das medidas realizadas na linha industrial de esmaltação, durante várias jornadas não consecutivas, nas quais se comprovou o funcionamento correto do dispositivo de medida instalado.

Análise dos ciclos de posição, velocidade e força da espátula

O processo de impressão serigráfica plana (geralmente utilizado no setor cerâmico), se divide em duas etapas, uma primeira na qual se distribui a tinta sobre a tela e outra na qual se realiza a aplicação sobre a peça.

Durante a aplicação, a espátula exerce uma combinação de forças: deslocamento-arraste da tinta sobre a tela, passagem da tinta através da tela e outra que coloca em contato a tela com a superfície do revestimento permitindo a transferência da tinta para peça.

Geralmente as forças mencionadas atuam deformando elasticamente a espátula e conseqüentemente gerando a reação sobre o porta-espátula, de modo que se pode admitir que o referido elemento faz parte das forças que tem lugar durante a aplicação serigráfica sobre os revestimentos cerâmicos.

A Fig. 2 mostra os valores medidos para a posição, velocidade e força, detectados durante a execução de um ciclo de impressão. A curva A representa a posição da espátula. Pode-se distinguir três pontos característicos. O ponto 1 corresponde ao início do ciclo de decoração da peça, e coincide com o momento em que começa o espalhamento da tinta sobre a tela pela ação da espátula de distribuição. O ponto 2 representa o deslocamento máximo da espátula, uma vez que a partir deste ponto tem início o retorno da espátula à posição inicial que termina no ponto 3. A curva B representa o ciclo de velocidades da espátula durante uma aplicação. Pode-se distinguir cinco pontos característicos: o ponto 4 corresponde ao início do ciclo de impressão (etapa da distribuição da tinta), o ponto 5, que corresponde ao ponto de velocidade máxima (posição intermediária entre os pontos 1 e 2). A velocidade muda de sinal a partir do ponto 6, cuja posição corresponde ao deslocamento máximo. É a partir deste momento que se inicia a etapa da decoração propriamente dita, alcançando

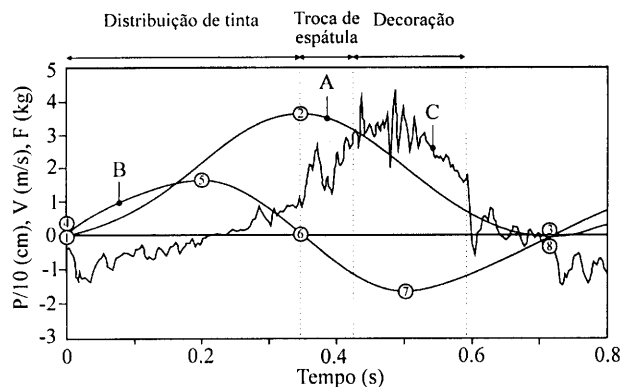


Figura 2. Evolução da posição, velocidade e força durante um ciclo de impressão.

a velocidade máxima desta etapa no ponto 7 e terminando no ponto 8.

Finalmente a curva C mostra o registro de forças obtido durante um ciclo completo de decoração. Pode-se observar um aumento paulatino da força durante a etapa de distribuição da tinta. Na região correspondente à troca de espátulas observa-se uma abrupta oscilação da força registrada. Após a troca de espátulas observa-se uma forte flutuação da força registrada. A intensidade da força diminui apreciavelmente até a etapa final do ciclo de decoração.

P = Posição da espátula.

V = Velocidade da espátula.

F = Força registrada sobre a espátula decoradora.

A Tabela 1 apresenta o intervalo de variação dos parâmetros acima.

Variação da temperatura

A Fig. 3 apresenta as variações da temperatura da tinta, peça e ambiente durante os experimentos de verificação dos sistemas de aquisição. Pode-se observar que a temperatura das peças, curva 1, era superior às outras duas (tinta e ambiente). Com relação à temperatura da tinta que se encontrava sobre a tela, curva 2, pode-se constatar que as oscilações da temperatura eram causadas pela adição de tinta no tanque. Após a sua adição a tinta sofria um resfriamento.

Tabela 1. Intervalo de variação da posição e da velocidade máxima e a força média.

Parâmetro	Valor
Deslocamento máximo (cm)	37,15 - 37,17
Velocidade máxima (m/s)	2,41 - 2,46
Força média* (Kg)	3,03 - 3,16

* Na região de decoração, durante a pressão.

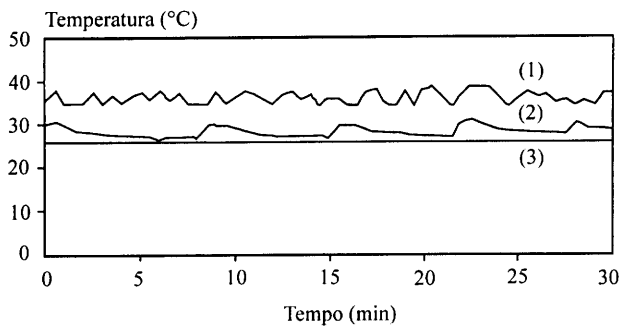


Figura 3. Variação das temperaturas das peças cerâmicas (1), da tinta (2) e do ambiente (3).

mento que fazia com que alcançasse uma temperatura próxima a ambiente, curva 3.

Distância da tela à superfície do revestimento

Verificou-se que a distância a que se situava a tela serigráfica quando era colocada na máquina de impressão variava, em condições normais de operação, entre 4 e 8 mm.

Curvatura das peças cruas

A partir dos dados obtidos determinou-se os seguintes valores para a flecha média das peças e seu desvio padrão:

- Flecha média = 0,169 mm
- Desvio padrão = 0,070 mm

Viscosidade das tintas

A Fig. 4 apresenta a curva de viscosidade das tintas utilizadas a temperatura de 25 °C.

Resumo das variações observadas

A Tabela 2 apresenta os intervalos em que se encontravam os valores das variáveis estudadas.

Influência das variáveis de controle de impressão sobre a tonalidade dos revestimentos

Algumas das variáveis na seção anterior variaram lentamente, como é o caso da temperatura ambiente, da peça e da tinta no recipiente de alimentação. Os experimentos cujos resultados são apresentados a seguir, foram reali-

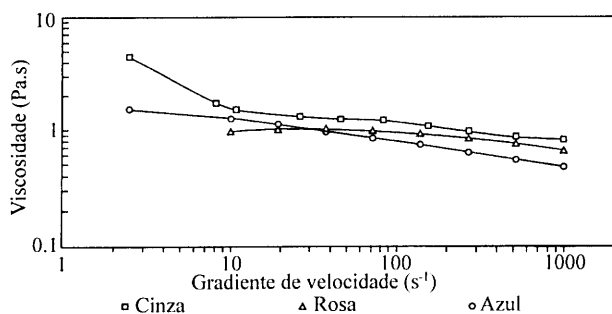


Figura 4. Curva de viscosidade das tintas cinza, rosa e azul.

Tabela 2. Intervalos em que se encontravam os valores das variáveis estudadas.

Variáveis	Variação
Temperatura da peça (°C)	37 - 40
Temperatura ambiente (°C)	31 - 25
Temperatura da tinta na tela (°C)	28 - 33
Temperatura da tinta no recipiente de alimentação (°C)	25 - 33
Deslocamento máximo (cm)	37,15 - 37,17
Velocidade máxima (m/s)	2,41 - 2,46
Força média (kg)	3,03 - 3,16
Distância tela - peça (mm)	4 - 8
Flecha média (mm)	0,099 - 0,239
Viscosidade* (cP)	505 - 880

* Medida para um gradiente de velocidade de 1000 s⁻¹.

zados de modo que essas temperaturas permanecessem praticamente constantes.

Por outro lado, comprovou-se que as variações de curvatura que as peças cerâmicas cruas apresentavam, em condições normais, eram pequenas, comparadas com a distância entre a tela serigráfica e a superfície da peça, o que nos permitiu considerar que a curvatura das peças permaneceu praticamente constante durante a realização dos ensaios.

Efeito da densidade das tintas

A densidade das tintas serigráficas afeta, fundamentalmente, dois parâmetros da impressão serigráfica, a viscosidade e a concentração de sólidos. Segundo vários autores^{14,9} o aumento da viscosidade pode afetar o resultado da impressão em dois sentidos, dependendo da dimensão deste parâmetro.

Quando a viscosidade aumenta, o mesmo se dá com a pressão hidrodinâmica que provoca a passagem da tinta através da tela. A este efeito que favorece a impressão se contrapõem a resistência ao fluxo causada pelo aumento da viscosidade.

O outro parâmetro associado a variação da densidade, a concentração de sólidos, afeta consideravelmente o resultado da impressão, uma vez que a variação da densidade das tintas está diretamente ligada ao seu conteúdo de sólidos, que determina a quantidade de tinta depositada sobre a peça.

Os resultados obtidos mostraram que ao aumentar a densidade das tintas aumentava-se também a intensidade da cor das impressões; sendo a variação de cor considerável, como pode-se ver na Fig. 5. Estas diferenças são atribuídas, fundamentalmente, a variação da concentração do pigmento nas tintas, uma vez que, como será visto nas

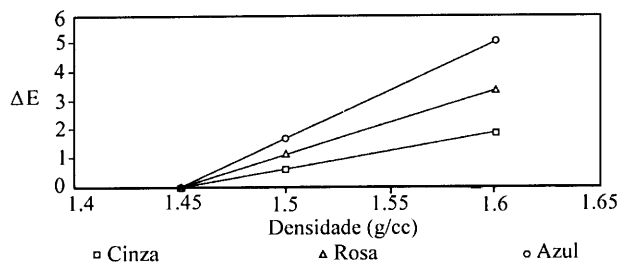


Figura 5. Influência da densidade das tintas sobre a tonalidade das impressões serigráficas.

seções seguintes, a influência da variação da pressão hidrodinâmica é menor.

A Fig. 5 apresenta as diferenças de cor (ΔE) observadas em função da densidade das tintas utilizadas. O cálculo das diferenças de cor foram feitos a partir da determinação das coordenadas cromáticas¹⁵, (L^* , a^* , b^*), tomando como referência as correspondentes às peças impressas com cada uma das tintas (cinza, rosa e azul) para a menor densidade estudada ($1,45 \text{ g/cm}^3$). Como pode-se observar, as que haviam sido impressas com a tinta azul foram as que apresentaram uma maior variação, ao passo que a menor variação correspondeu às impressões feitas com a tinta cinza. Em todos os casos, as variações de cor foram visualmente apreciáveis.

Efeito da separação entre a tela e a superfície da peça

A distância entre a tela e a superfície da peça afeta a deformação da espátula quando esta comprime o tecido tencionado contra o suporte, o ângulo formado entre o tecido e a espátula durante a impressão e a velocidade com que a tela se separa da superfície da peça e como consequência disso afeta a impressão.

Na Tabela 3 são indicadas, para as tintas cinza, rosa e azul, as coordenadas cromáticas e a diferença de cor (ΔE) das impressões feitas com distâncias de 4,5 e 6,5 mm entre a peça cerâmica e a tela, tomando-se como referência para o cálculo da diferença de cor os valores das coordenadas cromáticas correspondentes às peças cuja separação era de 4,5 mm.

Quando a separação peça-tela aumentou, pôde-se observar uma diminuição da intensidade da tonalidade dos revestimentos.

Efeito da velocidade de impressão

A velocidade da espátula durante a impressão afeta fundamentalmente a pressão hidrodinâmica que provoca a passagem da tinta através da tela, de modo que ao aumentar essa velocidade aumenta-se também a pressão sobre a tinta e a impressão é facilitada. Entretanto, se a velocidade for excessivamente elevada o tempo de contato entre a tela e a peça pode ser insuficiente para permitir a passagem completa da tinta. Em condições de trabalho extremas, com elevada velocidade da espátula, atuando sobre uma tinta densa e altamente viscosa, pode-se produzir um desli-

Tabela 3. Efeito da distância entre a tela e a peça sobre a tonalidade.

Tintas	Distância (mm)						ΔE
	4,5			6,5			
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Cinza	86,16	-0,89	3,00	86,17	-0,91	3,00	0,03
Rosa	85,19	1,60	2,94	85,72	0,88	2,83	0,91
Azul	78,21	-0,34	-7,26	79,99	-0,66	-5,2	2,74

zamento da espátula sobre a tinta, que separa a espátula da tela, o que resulta em um depósito excessivo de tinta¹⁴.

Na Tabela 4 são apresentadas as coordenadas cromáticas e a diferença de cor em função da velocidade máxima de impressão das peças (para o cálculo da diferença de cor tomou-se como referência os valores das coordenadas cromáticas correspondentes às impressas com a menor velocidade).

No intervalo de velocidades da espátula em que foram realizados os ensaios pode-se comprovar que a variação de cor das peças ao se aumentar a velocidade de impressão era pouco significativa nas tonalidades cinza e rosa, entretanto, para as peças impressas com a tinta azul a variação de cor era maior.

Efeito da pressão da espátula

A pressão que a espátula exerce sobre o tecido da tela e sobre a peça tem por objetivo principal colocar em contato o tecido (cujos orifícios estão cheios de tinta) com a peça, de modo que possa se dar a transferência da tinta.

Entretanto, quando se modifica a pressão da espátula modifica-se também o ângulo que, durante a impressão, a espátula forma com a superfície da peça (devido à natureza elástica da espátula), o que pode produzir variações nas características da tinta depositada.

A Tabela 5 apresenta os valores das coordenadas cromáticas e a diferença de cor (em relação às peças impressas a pressão menor) em função da média da força exercida pela espátula durante a impressão. Pode-se comprovar que, em geral, as variações são muito menores que as observadas nos casos comentados anteriormente. Estas diferenças eram praticamente imperceptíveis à observação visual.

Tabela 4. Efeito da velocidade de impressão sobre a tonalidade.

Tinta	Velocidade máxima (m/s)						ΔE
	2,41			2,82			
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Cinza	86,16	-0,89	3,00	86,04	-0,86	2,97	0,12
Rosa	85,19	1,60	2,94	85,46	1,21	2,86	0,48
Azul	78,21	-0,34	-7,26	76,97	-0,14	-8,32	1,65

Tabela 5. Efeito da força sobre a tonalidade.

Tintas	Força média (kg)						
	3,04			4,94			
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔE
Cinza	86,16	-0,89	3,00	86,00	-0,85	3,00	0,16
Rosa	85,19	1,60	2,94	84,97	1,76	2,87	0,28
Azul	78,21	-0,34	-7,26	78,13	-0,37	-7,07	0,21

Avaliação da sensibilidade da mudança de cor à variação dos parâmetros estudados.

Com o objetivo de avaliar a capacidade de se perceber as variações da cor produzidas para cada uma das tonalidades ensaiadas (cinza, rosa e azul) ao variar os parâmetros de controle de impressão, comparou-se visualmente as peças serigrafadas com tintas cinza, rosa e azul com diferentes intensidades. A observação destas peças foi realizada por pessoas qualificadas e sob condições de iluminação homogênea.

Com base nos resultados das observações visuais procedeu-se à classificação por tonalidade e a determinação de suas coordenadas cromáticas, de modo que foi possível avaliar a mínima diferença de cor (ΔE) perceptível visualmente para cada tonalidade.

Os resultados obtidos são resumidamente apresentados na Tabela 6. Como pode-se notar a diferença de cor mínima observável depende da tonalidade. Dessa forma as variações de cor E admissíveis nas impressões obtidas com a tinta azul são muito maiores que as permitidas para as tintas rosa e cinza. Vários autores¹⁵ trataram deste aspecto da apreciação visual e concluíram que não há uma relação simples entre as variações de cor calculadas e as observadas.

À partir da informação resumida na Tabela 6 e dos dados da variação de cor em função das variáveis estudadas (densidade, distância de separação entre a tela e a superfície da peça, velocidade e força de impressão), calculou-se (Tabela 7) a modificação (representada pelo símbolo nessa tabela) de cada variável que provocaria uma variação visualmente perceptível para cada uma das tonalidades estudadas.

Como pode ser visto na Tabela 7, a variável cujo controle foi mais crítico foi a densidade da tinta serigráfica. A distância entre a superfície da peça e a tela serigráfica, a velocidade e força de impressão apresentaram em escala industrial intervalos de controle suficientemente ajustados e mais estreitos que as variações necessárias para se chegar a produzir variações de tonalidade apreciáveis.

Conclusões

Os resultados obtidos permitem extrair as seguintes conclusões:

1. Projetou-se um sistema de aquisição de informações sobre as variáveis fundamentais que controlam a impressão

Tabela 6. Diferença de cor mínima observável.

Tinta	Diferença de cor (ΔE) equivalente a um tom de classificação
Cinza	0,2
Rosa	0,4
Azul	2,0

Table 7. Sensibilidade das tonalidades à variação dos parâmetros de controle de impressão.

	Cinza	Rosa	Azul	Limite de controle
Δ (Densidade) (g/cm^3)	0,02	0,02	0,05	$\pm 0,01$
Δ (Distância) (mm)	16,00	0,88	1,46	$\pm 0,5$
Δ (Velocidade) (m/s)	0,66	0,33	0,49	$\pm 0,05$
Δ (Força) (kg)	2,37	2,71	18,09	0,5*

* Esta variável não é atualmente determinada industrialmente. O valor apresentado é uma estimativa sobre o sistema de regulação.

serigráfica de revestimentos cerâmicos em escala industrial.

2. Comprovou-se que, para as tintas estudadas, o parâmetro que mais influencia a variação de tonalidade é a densidade da tinta. A distância de separação entre a tela e a superfície da peça e a velocidade de impressão também tem uma influência apreciável. Por outro lado, a força exercida pela espátula durante a impressão parece não ter efeito significativo.

3. Quantificou-se a diferença de cor (ΔE) mínima observável para cada uma das tintas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. A sensibilidade do controle da densidade das tintas serigráficas, da forma como é geralmente medida nas indústrias, está muito próxima ao valor mínimo que é capaz de produzir variações apreciáveis da tonalidade. O restante das variáveis estudadas possuem uma margem de tolerância suficientemente ampla para que os sistemas de controle utilizados atualmente detectem suas variações sem provocar alterações da tonalidade.

Bibliografia

- Sharma, K.D. Génesis de la variación de tonalidades en baldosas cerámicas y algunos remedios que se recomiendan. Apresentado no: I Congresso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico. Castellón: Cámara Oficial de Industria, Comercio y Navegación, 1990.
- Negre, F., *et al.* Factores que influyen sobre la variabilidad de la tonalidad de baldosas cerámicas. Apresentado no: XXXIV Congresso Anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Alcora, 1994. (Não publicado.)

3. Informativos técnicos correspondentes ao projeto sobre a relação entre as condições de operação, no processo de fabricação de revestimentos cerâmicos e as variações de tonalidade que se originam na produção de lotes distintos.
4. Negre, F. *et al.* Estimación del grado de dispersión de las tinta serigráficas. (A ser publicado.).
5. Amorós, J.L., *et al.* Comportamiento reológico de las suspensiones de esmalte. Influencia de las características de la suspensión. *Cerámica Información*, 193, 14 - 24, 1993.
6. Negre, P. Influencia del vehículo en el comportamiento reológico de las tintas serigráficas. (A ser publicado.).
7. Introducción a la reología de suspensiones de esmaltes cerámicos. Seminario, 27 - 28 de junho. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 1995.
8. Caza, M. Técnicas de serigrafía. Barcelona: Blume, 1967.
9. Guerrieri, G. La serigrafia sulle piastrelle in ceramica. Faenza: Faenza Editrice, Faenza, 1980.
10. Shweiz: Shweiz Seidengazefabrik AG Thal. SST - Um manual para serígrafos e estampadores de tecidos.
11. Peyskens, A. Fundamentos técnicos de la realización de pantallas para serigrafía. Appiano Gentile: Saati, División serigráfica, 1991.
12. Negre, F., *et al.* Estado actual de la técnica de decoración de baldosas mediante serigrafía. Apresentado no: XXXIV Congresso Anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Alcora, 1994. (Não publicado.).
13. La técnica serigráfica en el sector cerámico. Seminario, 5 - 9 de setembro. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 1994.
14. Rimer, E. Ink hydrodynamics of screen printing. Proceedings of the International Society for Hybrid Microelectronics. ISHM, 1985, p. 52 - 58.
15. Hunter, R.; Harold, R. The measurement of appearance. 2^a ed. New York: Wiley, 1987.