

Método Racional de Preparação e Ajuste de Tintas Serigráficas

**V.Martí¹, P.Notari¹, J.Portolés¹, S.Rodríguez¹, C.Feliú²,
V.Sanz², G.Mallo², M.Monzó²**

¹ TAULELL, S.A.

² Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) - Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) - Universitat Jaume I. Castellón. España

Resumo: O número de correções que precisam ser realizadas até obtenção da tinte desejada é muito grande. Uma das principais razões para isso é o fato de que essas correções são efetuadas habitualmente de forma empírica. O ajuste das tintas no desenvolvimento de modelos também é realizado através de procedimentos completamente empíricos, aumentando o trabalho necessário para se obter a tinta desejada. No presente trabalho mostra-se a efetividade dos métodos racionais de igualação de cores na preparação e ajuste das tintas serigráficas, mostrando-se também algumas consequências práticas derivadas de sua utilização.

Palavras-chave: tintas, serigrafia, decoração

Introdução

Na fabricação de revestimentos cerâmicos seria desejável que todos os lotes de um mesmo modelo tivessem exatamente a mesma tonalidade^{1,2}. No entanto, as variações nas características dos materiais empregados e nas condições de operação fazem com que esta exigência seja difícil de ser obtida.

Quando inicia-se a produção de um modelo, um dos principais objetivos é a obtenção da tonalidade igual à das referências existentes. Ainda que as causas dos desvios possam ser muito variadas, é freqüente que o ajuste da tonalidade seja realizado mediante modificações nas tintas serigráficas.

A preparação das tintas se realiza habitualmente de acordo com as seguintes etapas³ (Fig. 1):

- Dosagem dos diferentes componentes nas proporções especificadas pelas formulações;
- Mistura dos sólidos com o veículo visando obter uma suspensão uniforme;
- Moagem da tinta. Tem por objetivo reduzir o tamanho das partículas e de seus agregados para melhorar o seu comportamento.

Uma vez preparada a tinta por meio das etapas anteriores, é necessário comprovar, nas condições de produção do momento, se esta apresenta o comportamento e as ca-

racterísticas esperadas. Se isto não ocorrer, deve-se realizar modificações outras correções.

As adições de veículo podem ser realizadas sem problemas, já que a sua mistura com o restante da tinta se realiza facilmente. Porém, a adição de sólidos, normalmente com a finalidade de corrigir a cor, exige a repetição de todo o processo de preparação para se obter uma adequada dispersão destes sólidos. Em qualquer caso, sempre se comprova o resultado antes de iniciar a produção do modelo.

Além do trabalho adicional que estas correções representam, também deve-se levar em conta que as mesmas limitam a rapidez com que se pode preparar as tintas, devido ao tempo gasto com os testes. Isto incide negativamente na flexibilidade do processo e obriga a prever com suficiente antecipação as necessidades de tinta.

Apesar da importância que tem o número de correções realizadas até a obtenção da tinta desejada, estas são efetuadas habitualmente de forma empírica, fazendo com que este número de correções seja excessivamente elevado.

Por outro lado, o ajuste das tintas no desenvolvimento de modelos também é realizado através de procedimentos completamente empíricos, aumentando o trabalho necessário para se obter a tinta desejada.

No presente trabalho mostra-se a efetividade dos métodos racionais de igualação de cores na preparação e ajuste das tintas serigráficas, mostrando-se também algumas consequências práticas derivadas de sua utilização.

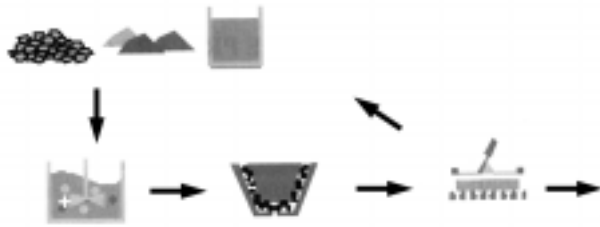


Figura 1. Método atual de preparação de tintas serigráficas.

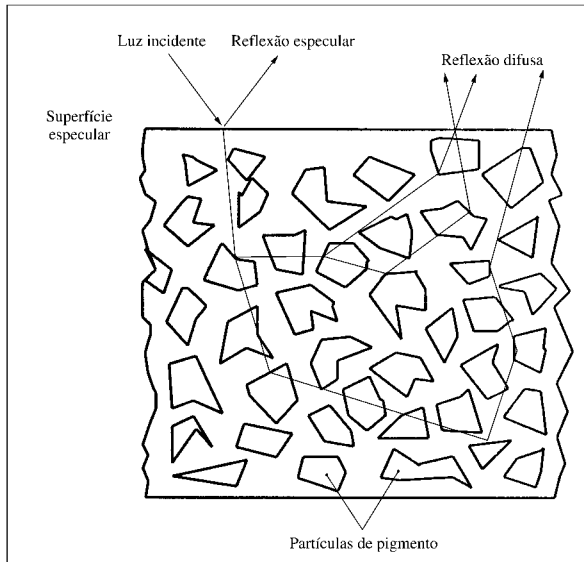


Figura 2. Interação da luz com os objetos pigmentados.

Teoria de igualação da cor

Os atributos da aparência dos objetos estão relacionados com a forma em que cada objeto modifica a luz que incide sobre ele⁴. Os quatro principais processos que podem ocorrer quando a luz incide sobre um objeto metálico são (Fig. 2):

- Reflexão especular na primeira superfície do objeto (associada ao brilho);
- Dispersão no material, relacionada com a reflexão difusa;
- Absorção no material (principal responsável pela formação da cor);
- Transmissão regular através do objeto se este é mais ou menos transparente.

A teoria de Kubelka-Munk⁵ simplifica os processos anteriores e estabelece que os materiais absorvem parcialmente a luz que recebem, ao passo que o restante é dispersado. A proporção de luz absorvida depende do coeficiente de absorção do material (K), ao passo que a luz dispersada depende do fator de dispersão do material (S). Ademais, o fundo sobre o qual se situa a amostra que estamos observando (se é transparente ou translúcido) e a espessura da

amostra também exercem influência sobre os parâmetros K e S.

No caso em que o efeito do fundo sobre a qual a amostra permanece pode ser desconsiderado, as equações deduzidas por Kubelka e Munk permitem obter a seguinte relação entre a luz refletida e os coeficientes de absorção (K) e dispersão (S):

$$R = 1 + (K/S) - [(K/S)^2 + 2(K/S)]^{1/2} \quad (1)$$

Ou da forma inversa:

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad (2)$$

Sabendo-se que, para um dado pigmento, o quociente K/S tem uma relação linear com sua concentração (o que não é certo para a reflectância), seu emprego facilita muito a resolução dos problemas de igualação da cor.

De fato, ao estabelecer esta relação linear, é possível assumir que a relação entre os coeficientes de absorção e dispersão de misturas de pigmentos $(K/S)_M$ podem ser estimados aplicando a lei linear de misturas, a saber:

$$(K/S)_M = c_1 (K/S)_1 + c_2 (K/S)_2 + \dots + (K/S)_b \quad (3)$$

onde c representa a proporção de cada um dos pigmentos empregados na mistura, (K/S) representa a relação entre os coeficientes individuais de cada pigmento e $(K/S)_b$ representa o comportamento da base sem pigmento.

A equação anterior é cumprida para cada comprimento de onda. Por tanto, se a curva de reflectância dos pigmentos individuais é conhecida, pode-se calcular a relação (K/S) , para cada comprimento de onda para cada um dos pigmentos, através da equação anterior, e calcula-se a reflectância da mistura.

Em certas ocasiões, é necessário comparar o resultado da igualação da cor com relação a algumas coordenadas cromáticas específicas, o que pode ser feito facilmente a partir das curvas de reflectância obtidas, usando as equações de transformação adequadas.

Objetivos

Os objetivos do presente estudo são:

- Definir uma técnica de reprodução e ajuste das tintas serigráficas que se baseie em um método objetivo e quantificável, que permita a realização desta tarefa com maior eficácia;
- Propor uma metodologia racional para a preparação das tintas serigráficas, que possibilite um melhor gerenciamento dos materiais empregados, assim como melhorar a flexibilidade e a produtividade desta etapa.

Metodologia

A caracterização da cor de cada um dos pigmentos foi realizada mediante a preparação de tintas com concentração de pigmento e frita específica para cada caso. Estas foram

preparadas em todos os casos com uma concentração de sólidos de 55% (Kg sólido /100 Kg totais).

As tintas assim obtidas foram aplicadas sobre peças cruas esmaltadas por uma tela serigráfica de 77 orifícios/cm e com um passo de 100%.

Os corpos de prova obtidos foram queimados em um forno elétrico de laboratório a uma temperatura máxima de 1100 °C durante 3 minutos, seguindo um ciclo térmico com velocidade de aquecimento de 25 °C/min.

Os corpos queimados foram caracterizados colorimetricamente através de espectrofotometria de reflectância difusa.

A escala colorimétrica utilizada no presente trabalho é denominada CIELab e seus parâmetros são definidos como:

L^* indica a posição no eixo branco ($L^*=100$), preto ($L^*=0$).
 a^* indica a posição no eixo vermelho ($a^*>0$), verde ($a^*<0$).
 b^* indica a posição no eixo amarelo ($b^*>0$), azul ($b^*<0$).

Neste sistema, a diferença de cor entre duas amostras é dada pelo módulo do vetor que une os pontos do espaço de cor correspondente a tais amostras. Este módulo é denominado ΔE^* .

De um modo geral, considera-se que as cores que diferem em menos de 0,5 unidade no ΔE^* não são apreciáveis pelo observador humano médio, sendo que para cores muito próximas ao branco o limite de diferenciação parece ser algo menor.

Espaço colorimétrico atual

Antes de descrever a metodologia do trabalho, é conveniente conhecer a região do espaço colorimétrico em que se encontram as tintas serigráficas empregadas atualmente.

Tendo em conta o consumo percentual de todos os pigmentos utilizados durante os últimos meses, observou-se que 94% dos mesmos são representados por um grupo de 17 pigmentos.

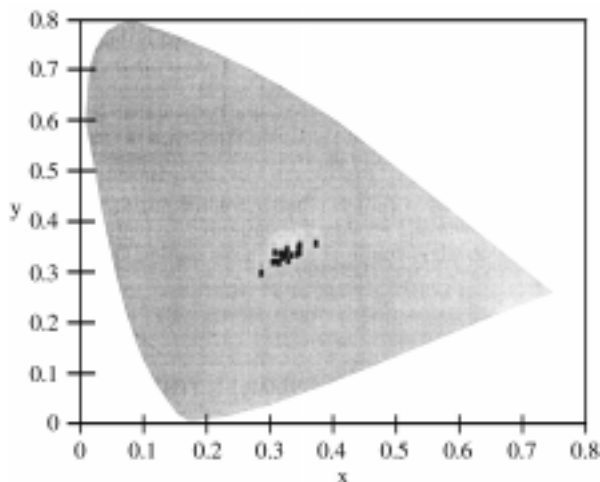


Figura 3. Localização das coordenadas das tintas ensaiadas no espaço de cor.

A utilização exclusiva destes pigmentos pode levar a uma redução de, aproximadamente, 40% do número de pigmentos empregados.

A região do espaço de cor dentro das que se encontram as tintas habitualmente empregadas é delimitada por este grupo de pigmentos. Logicamente, podem existir algumas cores que não podem ser reproduzidas por mistura destes pigmentos, mas devido ao seu pequeno uso, não justificam a modificação do método de trabalho.

Com o objetivo de mostrar graficamente o espaço colorimétrico utilizado, na Fig. 3 estão representadas as coordenadas x e y dos dezessete pigmentos selecionados. Estas coordenadas foram escolhidas por representarem o espaço colorimétrico em que as cores perceptíveis pelo olho humano (área sombreada).

Como pode-se observar, o campo de cores em que se encontram os revestimentos (pontos centrais do gráfico da Fig. 3) é relativamente pequeno, quando comparado com o espaço total de cores visíveis.

Os pigmentos cerâmicos permitem obter cores muito mais intensas que aquelas delimitadas pela região marcada no gráfico anterior; mas o uso decorativo a que os materiais cerâmicos se destinam dá preferências às cores suaves.

Resultados

Possibilidades de igualação de cores em tintas

Uma das questões fundamentais para alcançar os objetivos a que este estudo se propõe é que o comportamento das misturas de pigmentos cerâmicos e as cores que são obtidas com os mesmos, possam ser determinadas corretamente por um modelo, de modo que a partir das características dos pigmentos seja possível prever, com suficiente aproximação, a cor que suas misturas apresentarão nos revestimentos cerâmicos, decorados por serigrafia.

As técnicas de obtenção de cor podem ser divididas em dois grupos fundamentais: técnicas espectrofotométricas e técnicas colorimétricas. Estas técnicas tem em comum que para a reprodução de uma cor é necessário determinar previamente os atributos colorimétricos da mesma, assim como algumas características (que dependem do método empregado) próprias dos pigmentos com que se deseja obter a cor. Ambos os métodos se baseiam, geralmente, na teoria de Kubelka-Munk.

As técnicas espectrofotométricas, como seu nome indica, têm por objetivo a reprodução da curva de reflectância da cor que se deseja obter. Para isto se empregam métodos de cálculo numérico que visam minimizar as diferenças entre a curva de reflectância que se deseja obter e a que se obtém por mistura dos pigmentos. Esta técnica, por não considerar diretamente no cálculo a influência do tipo de luz empregada, fornece fórmulas cujo resultado é praticamente independente do tipo de luz, desde que se observe

posteriormente (é preciso verificar se não são metaméricas). Assim, as fórmulas fornecidas por estes métodos não são capazes de reproduzir as cores com exatidão.

Por outro lado, os métodos colorimétricos visam a obtenção das coordenadas colorimétricas da amostra onde procura-se reproduzir e, dado que no cálculo destas coordenadas leva-se em conta o tipo de luz empregada, assim como, as condições de observação, os resultados obtidos são mais exatos, ainda que possam apresentar maior metamerismo.

Assim, considerando-se que pretende-se obter um método preciso para igualação de cores e que, devido ao número relativamente pequeno de pigmentos cerâmicos existentes (quando comparado com outras indústrias), as misturas não podem apresentar um metamerismo apreciável, o presente estudo decidiu colocar em prática uma técnica colorimétrica de igualação de cor baseado na teoria de Kubelka-Munk.

No entanto, a obtenção industrial de cores transcende o cálculo puro para a reprodução de uma determinada cor a partir de vários pigmentos, já que dentre as inúmeras soluções existentes apenas algumas são economicamente interessantes. No mais, em alguns casos esta será a última razão pela qual se justificará a necessidade de reproduzir uma cor a partir de determinados pigmentos.

Na Fig. 4, mostra-se um diagrama de fluxo do procedimento adotado para igualação e correção da cor, que inclui a possibilidade de formular as tintas de maneira que sejam economicamente ótimas.

Com a finalidade de confirmar a possibilidade da reprodução da cor das tintas serigráficas, de acordo com a teoria descrita, abordou-se a reprodução de duas tintas industriais a partir da combinação de um número reduzido de pigmentos de características colorimétricas muito diferentes.

Reprodução de uma serigrafia bege

Neste tópico, aborda-se a reprodução de uma tinta bege, utilizada industrialmente, obtida mediante o uso de um único pigmento

Os pigmentos utilizados para sua reprodução foram um pigmento vermelho, outro azul e um amarelo. A partir destes pigmentos, foram preparadas tintas com uma concentração equivalente a da referência. Posteriormente, mediante a mistura de tais tintas foram obtidas as diferentes composições ensaiadas.

Na Tabela 1, mostra-se a composição da tinta bege de referência, assim como a das tintas serigráficas utilizadas para a sua reprodução. Mostram-se também as coordenadas cromáticas de tais tintas, podendo-se verificar que os pigmentos utilizados para a reprodução são muito distintos da cor desejada.

Inicialmente, a aplicação da teoria de obtenção de cor descrita proporcionou a composição B1. A cor desta tinta se desvia excessivamente da cor desejada ($\Delta E^* = 3,2$). Utilizando esta informação para corrigir o cálculo, foram

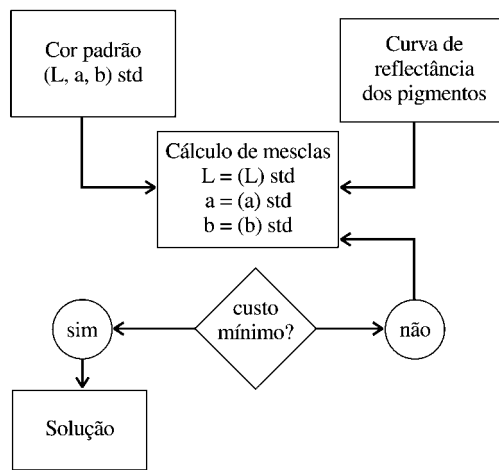


Figura 4. Diagrama de fluxo do método de obtenção e correção de tintas serigráficas.

Tabela 1. Composição e coordenadas cromáticas das tintas utilizadas na reprodução da tinta bege.

Tinta	Frita	Composição				Cor			
		Pigmento				L*	a*	b*	E*
		Bege	Vermelho	Azul	Amarelo				
Bege	91,9	8,1				83,2	-0,4	8,3	-
Vermelho	91,9		8,1			81,5	4,9	9,2	-
Azul	91,9			8,1		67,9	-2,5	-12,8	-
Amarelo	91,9				8,1	88,2	-5,3	14,5	-
B1	91,9		3,5		4,5	84,9	0,3	11,0	3,2
B2	91,9		3,9	0,6	3,6	83,0	0,1	8,5	0,5
B3	91,9		3,4	0,7	4,0	82,9	-0,5	8,0	0,5

Tabela 2. Composição e coordenadas cromáticas das tintas utilizadas na reprodução da tinta marrom.

Tinta	Frita	Composição					Cor			
		Pigmento					L*	a*	b*	E*
		Marrom	Vermelho	Azul	Amarelo	Preto				
Marrom	91,9	8,1					58,7	6,5	9,4	-
Azul	80,0			20,0			54,5	-1,7	-19,1	-
Amarelo	80,0				20,0		87,8	-9,7	29,2	-
Preto	80,0					20,0	36,8	1,6	-1,7	-
Vermelho	70,0		30,0				67,8	15,3	18,6	-
M1	74,3		17,1		4,6	4,0	59,1	5,7	9,4	0,9
M2	73,0		21,0		2,0	4,0	58,6	6,8	9,2	0,4

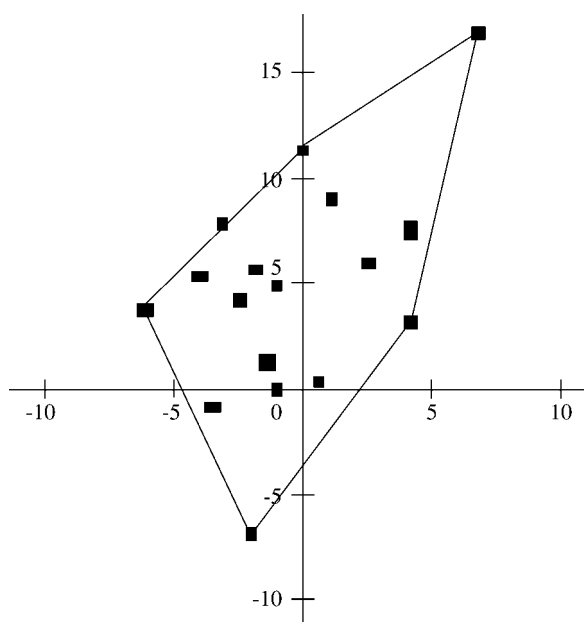


Figura 5. Região do espaço de cor em que se encontram as tintas ensaiadas.

obtidas as tintas B2 e B3, ambas com uma diferença de cor em relação a referência de 0,5 unidades, que é considerado dentro do limite de aceitação. Com isso, deu-se por finalizada esta igualação de cor.

Reprodução de uma serigrafia marrom

Do mesmo modo que no tópico anterior, neste abordou-se a reprodução de uma tinta industrial, que foi obtida mediante um único pigmento de cor marrom.

Neste caso, os pigmentos utilizados para sua reprodução foram um pigmento vermelho, outro azul e outro preto, a partir dos quais foram preparadas tintas com uma elevada proporção de pigmentos. Posteriormente, através da mistura de tais tintas foram obtidas distintas composições e ensaiadas.

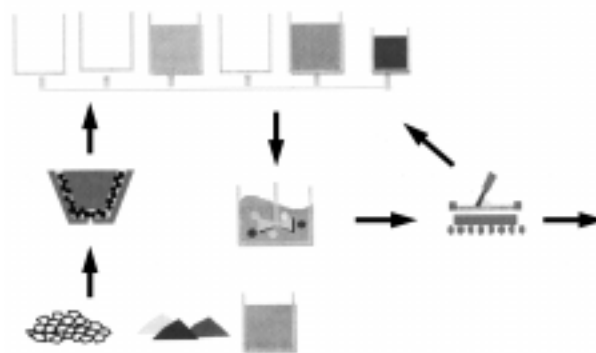


Figura 6. Esquema da metodologia de preparação proposta.

A aplicação da teoria de igualação de cor forneceu como resultado as tintas M1 e M2 (Tabela 2). É possível verificar que a tinta M1 apresentou cor próxima à desejada, ainda que o resultado não tenha sido considerado válido, pelo fato do ΔE^* ser maior que 0,5. O cálculo de uma nova composição, tendo em conta o resultado anterior, levou à tinta M2 que reproduz bem a cor de referência, mesmo sendo as características dos pigmentos utilizados muito distintas da referência.

Os resultados obtidos mostram que, por meio deste método, é possível se determinar a composição que uma tinta serigráfica deve possuir quando é formulada a partir de várias tintas cujas cores são conhecidas. Não obstante, experimentalmente comprova-se que a reprodução da cor com base nos cálculos realizados não é de toda exata, o que obriga a se fazer alguma correção. Apesar disso, o número de correções realizadas é muito inferior ao que se realiza habitualmente.

Por esta razão, e como será visto no tópico de discussão dos resultados, no processo de reprodução de tintas de referência são obtidas uma série de formulações que progressivamente se aproximam da cor que se deseja obter. Este processo de correção se dá por finalizado quando

observa-se que as sucessivas correções não são capazes de melhorar os resultados, ou quando se obtém um valor de ΔE^* suficientemente baixo ($< 0,5$).

Redução do número de pigmentos utilizados

Como foi comentado no tópico 4, a maior parte das tintas empregadas são obtidas por combinações de 17 pigmentos. Isto supõe uma importante redução do número de pigmentos em relação aos utilizados anteriormente.

Mas sabendo-se que é possível obter diferentes cores por combinações de pigmentos, é conveniente selecionar o número mínimo de pigmentos por meio dos quais é possível obter a região do espaço colorimétrico atual (Fig. 3). Além disso, esta seleção pode ser realizada de forma que o conjunto de pigmentos utilizado seja o mais econômico possível.

A redução do número de pigmentos apresenta ainda outras vantagens, como a simplificação das formulações das tintas e a gestão dos materiais.

Para reduzir o número de pigmentos, aplicou-se a metodologia de igualação de cor detalhada anteriormente e determinou-se que misturas de pigmentos podem reproduzir outros pigmentos com custo menor. Se não aplicássemos esta restrição, a redução do número de pigmentos seria maior, mas também ocorreria o aumento do custo médio dos pigmentos.

Tabela 3. Custo relativo dos pigmentos.

Pigmento	Referência	Custo relativo
Amarelo	PAM1	0,180
Azul	PAZ1	1,000
	PAZ2	0,226
Bege	PBE1	0,188
	PBE2	0,226
	PBE3	0,198
	PBE4	0,200
Cinza	PGR1	0,2289
	PGR2	0,499
Marrom	PMA2	0,214
	PMA1	0,259
Preto	PNE1	0,609
Vermelho	PRO1	0,305
	PRO2	0,453
	PRO3	0,233
Verde	PVE1	0,321
	PVE2	0,662

Os cálculos foram realizados atribuindo a cada pigmento um custo relativo determinado como a relação entre seu preço e o do pigmento mais caro. Desta forma, o pigmento mais caro tem um custo relativo de um, ao passo que os restantes apresentam custo médio menor que a unidade.

Na Fig. 7 mostra-se a região do espaço colorimétrico em que se encontram os 17 pigmentos considerados. A princípio, por meio do uso dos pigmentos que se situam nos extremos desta região é possível obter todas as cores correspondentes aos pigmentos das zonas anteriores. Portanto, estes últimos pigmentos devem ter um custo consideravelmente menor, já que é conveniente realizar a otimização econômica proposta anteriormente.

Tendo em conta os custos relativos dos pigmentos (Tabela 3), determinou-se que é possível substituir vantajosamente alguns deles. De fato, o pigmento PRO1, com um custo relativo de 0,305, pode ser obtido por misturas dos pigmentos PRO2, PBE3 e PRO3 a um custo relativo de 0,25.

O pigmento PBE2, com um custo de 0,226, pode ser obtido a partir dos pigmentos PAM1, PAZ2, PGR1 e PRO3 a um custo ligeiramente inferior (próximo a 0,21).

O pigmento PGR2, com um custo de 0,499, pode ser substituído por misturas dos pigmentos PNE1, PRO2, PAZ2 e PGR1 com um custo relativo aproximado de 0,26.

Portanto, o número de pigmentos elementares poderia ser reduzido a 14.

Como pode-se ver, a redução do número de pigmentos não foi excessivamente grande, o que indica que o sistema atual de formulação de tintas permitiu obter, através de uma grande quantidade de testes baseados na experiência, uma seleção de pigmentos próxima à ideal. O fato do método de igualação de cor proposto ter alcançado a definição de um sistema ótimo, de forma tão rápida, coloca em evidência a potência deste método.

Procedimento de preparação das tintas

Os resultados obtidos nos tópicos anteriores mostram a validade das técnicas de obtenção de cor nas tintas serigráficas utilizadas na fabricação de revestimentos cerâmicos. Com isso, é possível modificar o procedimento de preparação destas tintas, tanto na produção como em laboratório.

Assim, o procedimento industrial de preparação das tintas constaria das seguintes etapas:

Preparação das suspensões concentradas de pigmento e da base. Estas estão compostas unicamente por veículo e pigmento, ou por veículo e frita. Ambos tipos de suspensões são preparadas seguindo as etapas descritas na introdução (dosagem – mistura – dispersão). Uma vez obtidas estas suspensões requer-se a determinação exata da cor proporcionada pela mesma, já que este será o dado que será utilizado posteriormente na preparação das tintas. As suspensões obtidas são armazenadas em depósitos até que venham a ser utilizadas;

Cálculo da composição da tinta e dosagem seguida de mistura das suspensões que a compõem. Neste caso, a dosagem dos componentes da tinta é realizada em meio líquido, o que permite automatizar o processo facilmente, mantendo uma elevada precisão. A mistura é realizada praticamente de forma imediata;

Correção da cor. Quando a tinta preparada com base nos cálculos realizados não proporcionam exatamente a cor desejada, é necessário corrigir ligeiramente a fórmula. A técnica utilizada neste trabalho permite obter a cor desejada em uma ou duas correções, o que é considerado adequado. A obtenção da cor desejada na primeira formulação implica na manutenção de todo o processo de decoração e queima exatamente nas mesmas condições da caracterização das suspensões do pigmento original, o que é muito improvável;

Com este sistema de trabalho, a preparação das suspensões de pigmentos pode ser realizada de forma contínua. Dessa forma, é possível planejar a preparação de cada suspensão de pigmento em lotes maiores que os atuais, obtendo-se um maior rendimento dos sistemas de dispersão. Além disso, este planejamento reduz o número de limpezas dos equipamentos de dispersão, necessárias para cada troca de tinta, o que reduz as perdas de materiais e a formação de resíduos gerados nestas limpezas.

No início da produção de um modelo, é necessário apenas misturar as proporções necessárias das suspensões de cada pigmento e de base, não sendo necessário refinar novamente a tinta depois de cada correção. Além disso, a técnica de cálculo descrita para igualação da cor reduz o número de correções.

Por outro lado, este método de obtenção de cor possibilita a reutilização completa dos restos de tintas serigráficas que são gerados habitualmente, já que ao serem conhecidas as suas características colorimétricas, são facilmente empregados na formulação de novas tintas. Isso, além de representar uma economia nos materiais empregados nas tintas, implica na assimilação de um resíduo por parte de um processo produtivo, que em caso contrário, apresentaria um custo de eliminação.

Igualmente, este método de igualação de cor poderia ser utilizado nas etapas da decoração: se a cor que deseja-se reproduzir é selecionada, pode-se determinar seus atributos colorimétricos (L^* , a^* , b^*) e calcular, por meio do método descrito, a mistura de pigmentos elementares a partir do qual a mesma poderia ser obtida.

Neste aspecto, seria especialmente interessante por parte da empresa a elaboração de uma paleta de cores que seriam, basicamente, aquelas utilizadas na maior parte das decorações. Isto reduziria drasticamente o trabalho de desenvolvimento de cores e permitiria que estes departamentos se concentrassem majoritariamente na decoração.

Conclusões

No presente trabalho, pôde-se obter as seguintes conclusões:

Determinou-se que a região do espaço colorimétrico ocupada pelas tintas habitualmente utilizadas, comprovando-se que se trata de um espaço muito reduzido.

Propôs-se um procedimento de cálculo para a reprodução de cores das tintas serigráficas, baseado na teoria de Kubelka-Munk, em que se tem em conta o custo dos pigmentos para a obtenção de uma mistura economicamente ótima.

Uma análise detalhada das formulações das tintas empregadas, indica que foi possível reduzir diretamente o número de pigmentos em 40%, o que simplifica enormemente a gestão dos materiais e as fórmulas das tintas.

A aplicação da técnica de igualação de cor descrita permite reduzir tanto o número de pigmentos empregados, como reduzir o custo médio dos mesmos.

Propõe-se um novo sistema de preparação de tintas, o qual permite obter, dentre outras vantagens, um maior aproveitamento dos equipamentos de preparação das tintas, uma redução dos resíduos gerados, simplificando e acelerando consideravelmente a colocação das tintas na produção.

Ademais, este sistema permite utilizar os restos de tintas que são gerados habitualmente na formulação de novas tintas, reduzindo o consumo de materiais e de resíduos gerados.

Por outro lado, considera-se que a utilização desta técnica de igualação de cor é uma ferramenta potente para os laboratórios de desenvolvimento, já que permite reproduzir qualquer cor de forma rápida e sensível.

Bibliografia

1. Negre, F.; Moreno, A., Sánchez, E. *Factores que influyen sobre la variabilidad de la tonalidad de baldosas cerámicas*. Ponencia presentada al XXXIV Congreso Anual de la Sociedad Española de Cerámica Y Vidrio. L'Alcora (Castellón), 14-17 de Septiembre, 1994. (No publicada)
2. Marti, V.; Penalver, J.; Portolés, J. *Estudio de las variables de control de la aplicacion serigrafica y su influencia sobre la dispersion de tonalidades en baldosas*. En: IV Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Ceramico (Qualicer), Castellón 1996.
3. Sanchez, E.; Sanz, V.; Negre, F. *Estimación del grado de dispersión de las tintas serigráficas*. En IV Congreso Mundial de La Calidad del Azulejo y del Pavimento Ceramico (Qualicer), Castellón 1996.
4. Mestre, S. *Compuestos del sistema $Fe_2O_3.Cr_2O_3$ – estudio cinético y colorimétrico*. Castellón, Universitat Jaume I, 1997 (Tesis doctoral).
5. Shah, H.S.; Gandhi, R.S. *Medida e igualación del color en textiles*. Valencia: IMPIVA, 1993.