

Adequação das Propriedades de Tintas e Esmaltes aos Sistemas de Aplicação e Técnicas Decorativas

Parte II: Decoração

Arnaldo Moreno Berto

Instituto de Tecnologia Cerâmica (ITC)

Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)

Universitat Jaume I - Castellón - España

Resumo: Este trabalho descreve a evolução sofrida pelas características das tintas e dos esmaltes empregados para revestir e decorar os revestimentos cerâmicos, com o intuito de se adaptar às sucessivas técnicas de esmaltação e decoração que vem surgindo nos últimos anos, assim como apontar as características que os esmaltes e tintas deverão possuir para utilização nos equipamentos, que, previsivelmente, serão incorporados ao mercado nos próximos anos.

Palavras-chaves: *revestimentos cerâmicos, esmaltação, decoração*

3. Decoração

A seguir se descrevem os sistemas de decoração e as características das suspensões utilizadas.

3.1 Sistemas Tradicionais

Os procedimentos mais utilizados na decoração de revestimentos cerâmicos correspondem a aplicações por via úmida, ainda que também sejam empregados alguns métodos por via seca, os quais também serão discutidos.

3.1.1 Aplicação por via úmida

A técnica mais utilizada para decorar por via úmida é a serigrafia, plana ou rotativa, baseada na transferência de matéria por contato. Além disso, também são empregados como sistemas decorativos, a aerografia e o sistema de aplicação por pulverização que possui bastante semelhança, no que se refere à suspensão a ser aplicada, com a aplicação a disco anteriormente descrita.

- Serigrafia

A aplicação serigráfica consiste na passagem de uma pasta ou tinta pelos orifícios de uma tela, que formam um desenho, através da ação de um dispositivo mecânico, denominado habitualmente por espátula. A tela mencionada pode ser plana ou curva. A tinta serigráfica é depositada sobre a superfície da tela plana em um de seus lados, se espalha sobre ela e, quando a peça se posiciona abaixo da mesma, a espátula pressiona a tinta, fazendo-a passar através dos orifícios e se depositar sobre a peça. Na

Figura 8 demonstra-se esquematicamente o mecanismo de transferência descrito. No caso das telas curvas, é o cilindro que gira, com a espátula permanecendo imóvel, produzindo o mesmo efeito final, através da passagem de material através dos orifícios e do depósito sobre a superfície do revestimento.

Com o passar do tempo, a tendência ao uso de telas com orifícios cada vez menores tem aumentado, a fim de se obter efeitos decorativos mais complexos e com maior grau de definição. Em consequência disso, a preparação de tintas serigráficas sofreu considerável evolução com o intuito de se obter materiais de granulometrias finas e controladas, isentos de aglomerados e bem acondicionados reologicamente.

O primeiro fator mencionado, o tamanho de partícula, torna-se crítico para evitar que uma parte da tinta seja retida sobre a tela, caso não consiga atravessar os orifícios da mesma. Se isso acontece, torna-se necessário limpar a tela após determinados períodos de tempo e, além disso, por passar menos material que deveria, o efeito estético não é o desejado. Portanto, torna-se necessário ajustar o tamanho de partículas, especialmente da fração superior, para permitir a passagem pela tela. Para isso, deve-se moer convenientemente os componentes das tintas (fritas, pigmentos, etc), reduzindo o tamanho de partículas abaixo dos 40 µm, e uma vez misturados com os veículos serigráficos correspondentes, evitar a formação de aglomerados, ou desagregar aqueles formados.

Para promover a desaglomeração existem atualmente no mercado equipamentos especialmente desenhados e construídos, que permitem a passagem de tinta entre cilindros que a pressionam, eliminando os grumos que podem existir. Evidentemente, para que sua efetividade seja adequada, o tamanho de partícula dos sólidos que compõem a tinta deve ser suficientemente fino. Caso contrário, é necessário moer a tinta através de sistemas de moagem que possibilitem a redução do tamanho de partícula de suspensões viscosas, como é o caso das tintas serigráficas. Para isso, podem ser utilizados diferentes sistemas de moagem fina. O mais usual no setor cerâmico é o denominado moinho de microbolas, que faz uso de bolas de pequeno tamanho (1-2 mm) como elemento de moagem da tinta. Esta é introduzida no oco central existente entre um elemento central rotativo e uma parede exterior fixa, no qual também se utilizam as bolas mencionadas. Ao fazer girar o elemento central do sistema, a tinta é submetida a enérgico esforço de cisalhamento pelo próprio movimento de giro e pelas bolas que se encontram em seu seio, resultando em uma redução de tamanho de partícula notável.

No mais, a tinta serigráfica deve ser convenientemente preparada do ponto de vista reológico. Em primeiro lugar, deve-se considerar que o gradiente de velocidade a que a tinta é submetida quando atravessa os orifícios da tela é muito alto, da ordem de 10.000 s^{-1} , e nestas condições sua viscosidade deve ser relativamente baixa para que não ocorram problemas de obstruções. Simultaneamente, a viscosidade da tinta quando é depositada sobre a tela, antes de ser empurrada pelos orifícios, deve ser alta para evitar que escoe pelos mesmos antes do tempo. Além disso, no momento em que a tinta é depositada sobre o revestimento, é também conveniente que sua viscosidade seja alta para que o ponto não perca sua definição. Sobre todos estes fatores, deve-se somar o fato de que a viscosidade aparente da suspensão deve diminuir muito rapidamente quando a espátula exerce pressão para forçar a passagem da mesma pelos orifícios da tela.

Todas estas condições tornam necessário que as tintas serigráficas apresentem comportamento pseudoplástico, com elevado limite de fluidez, como pode ser apreciado

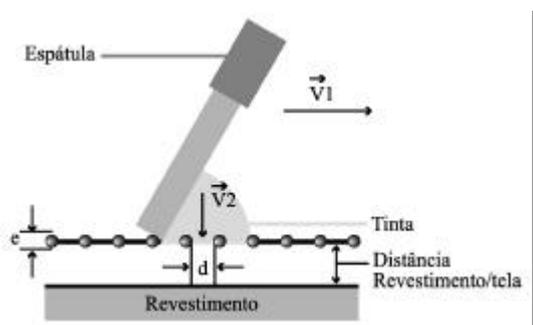


Figura 8. Esquema do mecanismo de transferência da tinta serigráfica através de uma tela.

através da Figura 9, correspondente ao comportamento reológico deste tipo de material. Na Figura 10 apresenta-se a distribuição granulométrica desta mesma tinta e na Tabela 3 um resumo dos valores dos parâmetros mais significativos deste tipo de suspensão.

Comparando-se estes valores com os valores das suspensões aplicadas por campana, pode-se apreciar a notável diferença existente entre as mesmas do ponto de vista reológico. Mesmo apresentando teor de sólidos mais baixo, as tintas possuem viscosidade mais elevada em todo intervalo de gradientes de velocidade, o que é conveniente ao processo de aplicação. Este comportamento é consequên-

Tabela 3. Valores característicos das tintas serigráficas.

Abertura de malha (n° fios)	36	68	77
Densidade (g/cm^3)	1,7 – 1,9	1,6-1,7	1,6-1,7
$\eta_{\gamma=0,1 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	$\sim 10^5$	$10^4 - 10^5$	$10^4 - 10^5$
$\eta_{\gamma=1000 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	$\sim 10^3$	$\sim 10^3$	$\sim 10^3$
D ₅₀ (m)	4,5 – 5,5	4,5 – 5,5	4,5 – 5,5

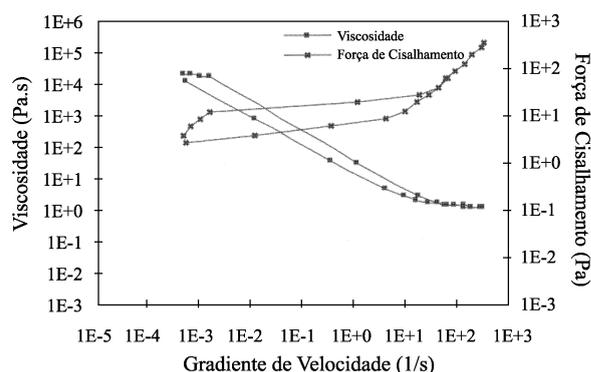


Figura 9. Comportamento reológico de uma tinta serigráfica.

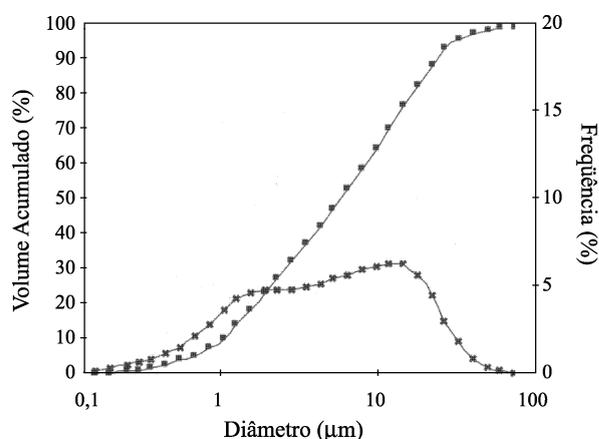


Figura 10. Distribuição de tamanhos de partícula de uma tinta serigráfica.

cia direta da dispersão de partículas sólidas muito finas no seio do líquido em elevada concentração. O veículo serigráfico deveria apenas apresentar interação com estas partículas sólidas, mas em certa extensão a água presente no mesmo contribui para a aglomeração das partículas, especialmente em baixos gradientes de velocidade, acarretando no aumento substancial do limite de fluidez e no caráter pseudoplástico da suspensão resultante. No caso das suspensões para aplicação por campana, a adição de defloculantes reduz o comportamento pseudoplástico, tornando-o mais newtoniano; nas tintas serigráficas, como se deseja o comportamento pseudoplástico, é desnecessária a adição de defloculante para sua correta aplicação.

Por sua vez, o fato de se utilizar telas de aberturas pequenas influi basicamente na redução do conteúdo de sólidos das suspensões, que ajuda a evitar obstruções nos orifícios das telas durante seu uso. Com isso, a viscosidade aparente sob baixos gradientes de velocidade torna-se menor, como consequência da menor aglomeração das partículas, e por estarem individualizadas pela ação mecânica correspondente, a viscosidade resultante sob elevados gradientes de velocidade não apresenta grandes diferenças.

- Aerografia

A aplicação de suspensões por aerógrafo consiste da pulverização das mesmas através da passagem por uma boquilha (Figura 11). Esta pulverização pode ser obtida mediante a ação de ar sob pressão (por efeito Venturi), ou impulsionando a própria suspensão fazendo uso de uma bomba. O primeiro destes procedimentos, muito utilizado durante os últimos anos, provoca a aspersion da suspensão gerando uma enorme quantidade de pequenas gotas (efeito aerossol) que, além de se depositar sobre a superfície do revestimento, se dispersa profundamente no ambiente. Pelo contrário, através do segundo procedimento a suspensão é pulverizada sem aportar ar adicional. Com isso, as gotas geradas se concentram principalmente na direção da saída da boquilha, reduzindo notavelmente a dispersão ambiental. Este é um exemplo significativo de modificação do equipamento que repercute diretamente nas condições meioambientais do lugar de trabalho além de significar uma melhora técnica relevante.

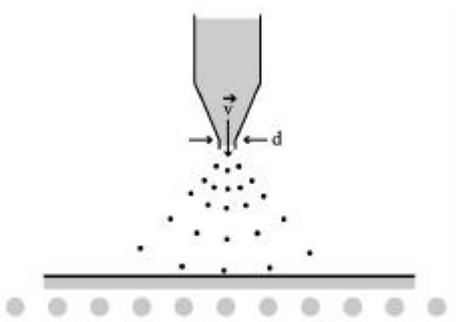


Figura 11. Esquema do funcionamento de um aerógrafo.

Por estes motivos, os aerógrafos tradicionais são acompanhados de uma cabine fechada que contém a boquilha, para evitar que seja produzida a dispersão ambiental das gotas geradas.

As características das suspensões para aplicar por aerografia são muito similares daquelas aplicadas por disco, dadas as evidentes semelhanças entre ambos sistemas.

A granulometria também deve ser fina, para evitar obstruções da boquilha, o conteúdo de sólidos deve ser baixo e deve possuir comportamento pseudoplástico com elevado limite de fluidez para evitar sedimentações nos recipientes de armazenamento ou imperfeições na peça esmaltada. Todas estas características implicam em um acondicionamento reológico análogo ao descrito no tópico da aplicação a disco, sendo, em linhas gerais, válido exatamente o que fora comentado anteriormente. Cabe ressaltar a importância de se impedir a formação de grumos no interior da boquilha (tornando necessário que o impulsionamento da suspensão seja suficientemente intenso), de se impedir a formação de aglomerados na alimentação da boquilha, ou mesmo, para o caso de se formarem, que sejam desagregados pelo próprio fluxo e que não permaneçam na condução até a boquilha. No mais, conforme comentado, são válidas as considerações realizadas no item em que se tratou a aplicação a disco.

3.1.2. Aplicação por via seca

O uso de granilhas é o mais importante procedimento de aplicação por via seca com fins decorativos. Independente do efeito estético concreto, sob o ponto de vista da aplicação, cabe remeter aqui às descrições do item 2.1.2 deste trabalho, visto que se trata do mesmo produto e dos mesmos equipamentos.

Outros sistemas alternativos de aplicação de esmaltes a seco com fins decorativos fazem uso de diferentes procedimentos, muito variados em função do efeito buscado, o que resultaria extremamente prolixo, caso fosse tratado aqui. De qualquer modo, cabe apenas saber que são empregados materiais em pó, em geral de tamanho de partículas pequeno, cujo principal requisito é a obtenção de um bom grau de fluidez para que não sejam produzidas falhas de aplicação capazes de deteriorar o efeito decorativo buscado. Em outros casos são aplicados materiais de tamanho de partículas maiores com a finalidade de proteção para incrementar a dureza ou a resistência a abrasão da superfície dos revestimentos.

Menção à parte merece a serigrafia a seco, utilizada para efeitos decorativos especiais, em terceira queima, etc. Neste caso, o tamanho de partícula e a fluidez destas são ainda mais críticos para assegurar uma correta aplicação. No mais, a forma destas partículas também deve estar convenientemente ajustada, para favorecer ainda mais a passagem das mesmas através dos orifícios das telas, reduzindo ao máximo a quantidade retida sobre as mesmas.

Nesta linha, tem surgido ultimamente alguns produtos que atuam como fluidificantes dos pós secos e favorecem seu fluxo em aplicações de características do tipo destas descritas.

3.2 Novos Sistemas

Provavelmente, foi no setor de decoração que as maiores renovações foram produzidas recentemente nos procedimentos de aplicação de tintas ou suspensões. Talvez a necessidade de obter efeitos cada vez mais complexos e sofisticados levou à busca de sistemas baseados em princípios diferentes dos tradicionais e, em muitas ocasiões, já implantados em outros setores industriais. Dado seu recente surgimento no setor cerâmico, ainda se encontram em processo de otimização, e continuam sendo estudados com relação às condições mais adequadas que as tintas devem possuir para sua correta aplicação.

- Ocografia*

Esta é uma técnica baseada no mesmo princípio descrito na seção 2.2.1, que faz uso de um cilindro, em cuja superfície é marcada, mediante um sistema de impressão a laser, uma série de cavidades que, em seu conjunto definem o desenho que se deseja transferir ao revestimento. O diâmetro e a profundidade destas cavidades são determinados no momento de sua gravação.

A tinta é depositada na parte superior do cilindro e espalhada sobre a superfície do mesmo com a ajuda de uma espátula, que força o preenchimento das cavidades e limpa o resto da superfície. Posteriormente, quando o cilindro entre em contato com o revestimento, a tinta é transferida das cavidades em que se encontra retida para a superfície da peça, em vista da maior aderência que apresenta sobre uma superfície porosa como é o revestimento cru ou biscoitado.

Já se destacou no item correspondente, a importância de algumas variáveis do equipamento, como o tipo de cavidade e o ajuste da espátula. No caso da decoração, este último apresenta um papel decisivo na regulagem da quantidade de tinta introduzida nas cavidades do cilindro e posteriormente transferida para a peça. Assim, uma vez ajustada para eliminar o material excedente, a maior ou menor proximidade da espátula ao cilindro incrementará ou reduzirá a quantidade de tinta que penetra em suas cavidades, e o mesmo sucederá ao modificar o ângulo de contato entre ambos elementos. Na prática, mostra-se decisiva a regulagem da posição da espátula para conseguir não somente uma decoração isenta de defeitos (superfícies borradas, falta de definição,...), como também o ajuste da quantidade de tinta depositada que é, em última instância, o fator determinante da tonalidade da peça decorada.

Ainda que as características das suspensões a serem aplicadas por ocografia, ainda não estejam completamente otimizadas, em linhas gerais, podem ser definidas com bastante precisão. Em geral, seu comportamento deve obedecer às necessidades expostas ao descrever o sistema de aplicação de esmaltes baseado na mesma técnica, a ocografia. Assim, as tintas devem possuir um baixo limite de fluidez, para que possam sair facilmente das cavidades do cilindro, e uma viscosidade relativamente baixa no intervalo de gradientes de velocidade de trabalho (1000 s^{-1}). Isso indica um comportamento newtoniano neste intervalo de trabalho, como se observa na Figura 12. Na mesma, ainda se aprecia a escassa tixotropia apresentada por este tipo de tinta, para evitar incrementos excessivos da viscosidade em repouso, que dificultem a descarga das cavidades. Na Figura 13 mostra-se, por sua vez, a distribuição de tamanho de partículas desta mesma tinta. Na Tabela 4, os valores dos parâmetros mais representativos do comportamento deste tipo de suspensão são representados.

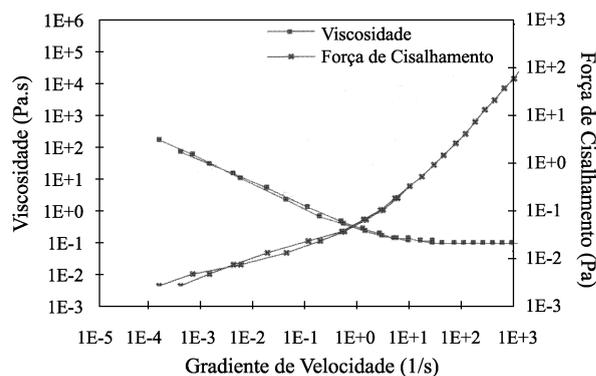


Figura 12. Comportamento reológico de uma tinta para aplicação por ocografia.

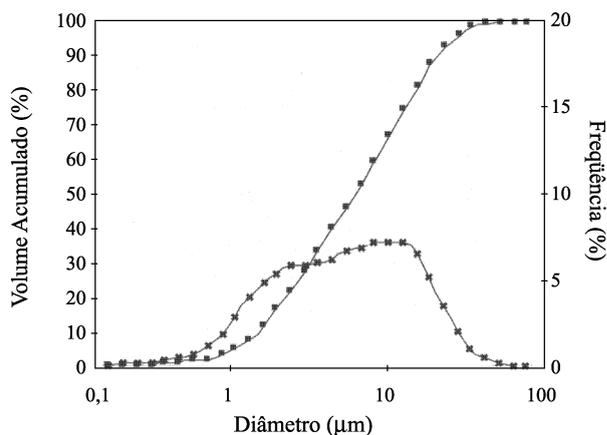


Figura 13. Distribuição de tamanhos de partícula de uma tinta para aplicação por ocografia.

* O termo em espanhol "ucografia" foi traduzido como "ocografia", e se refere ao processo de decoração através da impressão à partir de cilindros contendo cavidades gravadas por fotoincisão.

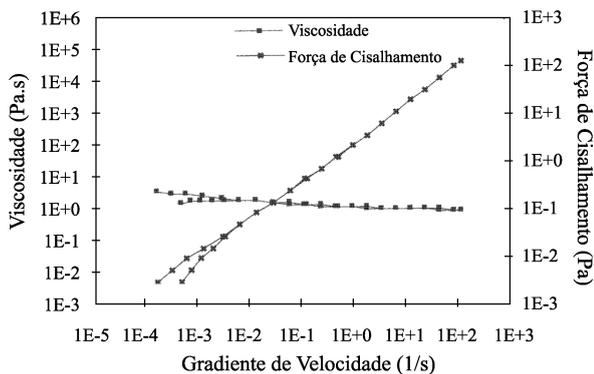


Figura 14. Comportamento reológico de uma tinta para flexografia.

Tabela 4. Valores característicos das tintas para aplicar por ocografia.

Densidade (g/cm ³)	1,4 – 1,6
$\eta_{\dot{\gamma}=0,1 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	1000 – 5000
$\eta_{\dot{\gamma}=1000 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	~100
D ₅₀ (μm)	5 – 6

Comparando-se estes valores com os valores de uma tinta serigráfica convencional, observa-se que a viscosidade da última é muito maior em todos os gradientes de velocidade e que ainda apresenta maior caráter pseudoplástico e limite de fluidez mais elevado. Tais características são necessidades impostas pelo próprio processo de aplicação. O fato de se trabalhar com viscosidades e limites de fluidez mais baixos torna necessária a redução do teor de sólidos das tintas para ocografia, de modo que a dispersão destes sólidos no veículo não incremente em demasia o caráter pseudoplástico da suspensão.

Em última instância, quando se analisa com certo cuidado, pode-se apreciar que as características deste tipo de tintas são muito parecidas com aquelas empregadas na aplicação de esmaltes por campana, se bem que neste caso, chega-se a estas propriedades trabalhando-se com densidades elevadas e defloculadas, ao passo que nas suspensões para ocografia, trabalha-se com densidades mais baixas e sem deflocular, além de se utilizar veículos mais viscosos que a água.

Antes de concluir este item, resta apenas insistir novamente no fato de que atualmente continuam sendo realizados estudos para conhecer com maior profundidade as particularidades deste tipo de aplicação, o que levaria a um melhor conhecimento das propriedades que as suspensões devem possuir para se adaptarem corretamente ao sistema.

- Flexografia

De maneira análoga à técnica descrita no ponto anterior, este é um sistema baseado na transferência de matéria por contato. No entanto, o princípio de funcionamento é

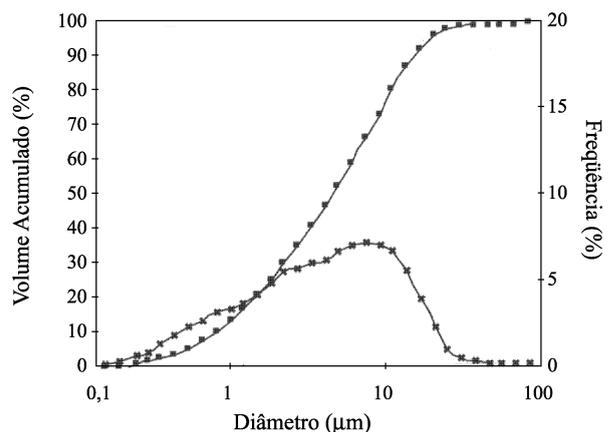


Figura 15. Distribuição de tamanhos de partícula de uma tinta para flexografia.

Tabela 5. Valores característicos das tintas para aplicar por flexografia.

Densidade (g/cm ³)	1,5
$\eta_{\dot{\gamma}=0,1 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	~ 5000
$\eta_{\dot{\gamma}=100 \text{ s}^{-1}}$ (cP)	~1000
D ₅₀ (μm)	3,5 – 4,5

exatamente o oposto. Neste caso, a tinta não permanece retida nosocos do cilindro, mas no relevo do mesmo. O equipamento consta de um cilindro liso sobre o qual é fixada uma lâmina de um polímero, que apresenta uma zona em relevo, correspondente ao desenho que se deseja reproduzir.

Uma vez disposta sobre o cilindro, a lâmina é posta em contato com outro cilindro dosador da suspensão, de modo que a parte em relevo de sua superfície seja impregnada com a mesma. Posteriormente, quando o cilindro, devido ao seu próprio giro, entra em contato com a peça, transfere a tinta, produzindo a estampa.

Os equipamentos baseados nesta técnica estão neste momento começando a ser instalados e colocados em funcionamento, visto que se encontram, assim como aqueles baseados na ocografia, em processo de otimização. Deve-se recordar aqui, no entanto, um equipamento que apareceu no mercado há alguns anos, cujo princípio de funcionamento também era a flexografia, porém com a gravura impressa no próprio cilindro e não em uma lâmina polimérica. Este equipamento não alcançou uma implementação relevante no setor cerâmico.

Na Figura 14 apresenta-se o comportamento reológico de uma suspensão utilizada neste tipo de equipamento, e na Figura 15 sua distribuição de tamanhos de partícula. Na Tabela 5, por sua vez, são resumidos os parâmetros mais significativos deste tipo de suspensão.

Pode-se apreciar que o comportamento destas suspensões é ligeiramente pseudoplástico, com valores de viscosidade em diferentes gradientes de velocidade relativamente parecidos. Ainda assim, seu limite de fluidez é muito pequeno e apenas apresentam tixotropia. Estas características são similares às das tintas para aplicação por ocografia, visto que, em última instância, devem cumprir requisitos análogos: a viscosidade deve ser relativamente alta sob baixos gradientes de velocidade, para que não se desprenda do relevo do polímero antes que entre em contato com a peça e para que não deslize sobre o cilindro dosador.

Não obstante, é pouco para poder definir com exatidão as condições mais idôneas das tintas para aplicação por flexografia, dada a pequena implementação atual desta técnica. Na medida em que for se generalizando, haverá maior experiência para a determinação das condições ótimas de funcionamento.

- Impressão por jato de tinta

Diferentemente dos métodos descritos anteriormente, em processo de implantação mais ou menos avançado, esta técnica é atualmente apenas uma possibilidade futura cuja viabilidade deve ser analisada convenientemente. O procedimento vem sendo utilizado em outros setores há anos, como é o caso da impressão gráfica, onde se encontra bastante generalizado. No setor cerâmico, não somente de revestimentos, foram realizados alguns testes e pode-se considerar que seu desenvolvimento se encontra em fases mais iniciais.

Na Figura 16, representa-se um esquema do procedimento de impressão por jato de tinta. Baseia-se na passagem de tinta através de uma boquilha, que a pulveriza, formando um jato de pequenas gotas que devem alcançar o substrato e formar um desenho sobre ele. A diferença em relação aos outros procedimentos, é que neste caso deve-se desviar as gotas de modo a alcançar o substrato em diferentes pontos para criar o desenho desejado. Esta ação pode ser combinada com a movimentação do substrato, permitindo a obtenção de decorações mais complexas.

Para permitir o desvio seletivo das gotas, se emprega um sistema elétrico. Em primeiro lugar, no momento em que o jato se rompe em gotas, estas são submetidas à ação de eletrodos que carregam as gotas eletrostaticamente por

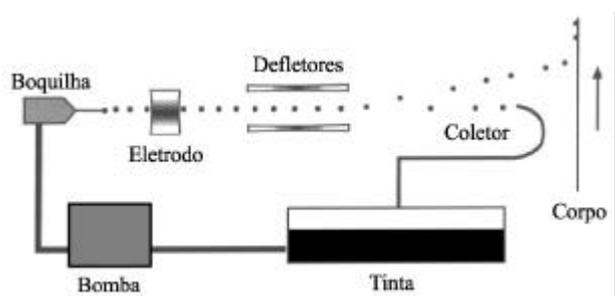


Figura 16. Esquema do procedimento de impressão por jato de tinta.

indução, sendo que as mesmas adquirem cargas variáveis em função da voltagem aplicada aos eletrodos no momento de sua formação. A seguir, as gotas passam entre placas defletoras que geram um campo elétrico nesta zona, responsável pelo desvio das mesmas, em maior ou menor intensidade dependendo da carga que possuem. Assim, variando-se a regulagem do eletrodo de carga, é possível controlar o desvio sofrido pelas gotas ao serem submetidas ao campo elétrico. Assim, quando se deseja que algumas gotas não cheguem a se depositar sobre o suporte, deve-se deixá-las sem carga para que o movimento não seja alterado com o campo elétrico, sendo recolhidas e recicladas mediante um sistema de recuperação. É precisamente atuando sobre este sistema de carga-não carga que se obtém o desenho definitivo.

Independentemente das variáveis de processo, existem dois pontos críticos com relação à tinta a ser aplicada: seu tamanho de partícula e sua suscetibilidade elétrica. Para obter esta última, como ocorre com a aplicação eletrostática, é necessário incorporar aditivos sobre a composição base da tinta que sejam sensíveis à indução elétrica. Estes aditivos devem ser escolhidos cuidadosamente para que não ocasionem nenhum tipo de defeito durante o posterior tratamento térmico da peça decorada.

Com relação ao tamanho de partícula, deve ser ajustado à boquilha através da qual a suspensão é impulsionada. Em outros campos de aplicação desta técnica que empregam boquilhas de diâmetro muito pequeno, já estão sendo fabricadas outras de diâmetros de até 100 μm , que permitem o uso de materiais com granulometrias similares às empregadas atualmente no setor cerâmico.

Apesar do desenvolvimento da aplicação por jato de tinta para decorar produtos cerâmicos ser muito incipiente, abre uma série de possibilidades que permitem obter resultados que, neste momento, não podem ser alcançados por outras técnicas decorativas.

4. Nota Final e Agradecimentos

Pretendeu-se com este trabalho dar uma visão geral dos procedimentos mais habituais de aplicação de esmaltes e tintas para decoração, assim como daqueles que se encontram em vias de implantação ou que podem supor em algum momento futuro uma alternativa aos sistemas convencionais. Tudo isso foi feito desde o ponto de vista dos materiais utilizados em cada sistema de aplicação, sejam suspensões ou produtos secos, com a finalidade de contribuir modestamente a sistematizar alguns conhecimentos e uma informação que, em muitos casos, se encontrava dispersa, e que, resumida e ordenada, pode resultar útil e interessante a todos aqueles que de um modo ou de outro, trabalham em áreas relacionadas com a fabricação de produtos cerâmicos e, por extensão, em Tecnologia Cerâmica.

Por último, quero agradecer a ajuda prestada para a realização deste trabalho aos técnicos de diferentes empre-

sas que amavelmente destinaram parte de seu tempo a aportar informações sobre os temas aqui tratados. Seguem assim, meus agradecimentos às seguintes empresas: Estudio Cerámico, S.L.; Ceramica Saloni, S.A.; Taulell, S.A.; Keraben, S.A.; Fritta, S.L.; Talleres Foro, S.A; Lamberti Aditivos Cerámicos, S.A. e System España S.A., assim como a Alicer, pela colaboração prestada.

Além disso, também desejo fazer constar minha gratidão aos membros do Instituto de Tecnologia Cerâmica, que tornaram possível com seus conhecimentos, dedicação e ajuda, que este trabalho fosse realizado. Obrigado a todos eles.

5. Referências Bibliográficas

1. Amorós, J.L.; Díaz, L.; Giménez, S.; Sanz, V. *Comportamiento reológico de las suspensiones de esmalte. Influencia de las características de la suspensión*. II Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico (QUALICER 92), Castellón (España), 8-13 Marzo, 1992.
2. *Reologia ceramica applicata*. Faenza: Faenza Editrice, 1990.
3. Negre, P.; Sánchez, E.; Sanz, V.; Gozalbo, A.; Alegre, D.; Carceller, A. *Estimación Del grado de dispersión de las tintas serigráficas*. Cerám. Información, 228, 36-44, 1997.
4. Barnes, H.A.; J.f.hutton, J.F. Walters, K. *An introduction to rheology*. Amsterdam: Elsevier, 1989.
5. Leach, R.H. (ed.) *The printing ink manual*. 4th ed. London: Van Nostrand Reinhold, 1988.