

## Proposta de Otimização da Etapa de Desenvolvimento de Produtos Decorados por Ocografia\*

**M.D. Llanes, V.Moreno. M. Amorós, S. Benages, M. Carmona,  
R. Carrasco, M.A. Esbrí, J. Rambla e L. Traver**

*Laboratorio I+D+I, Roig Cerámica S.A.*

**Resumo:** No presente trabalho pretendeu-se conhecer e individualizar as variáveis que caracterizam um documento gráfico com suporte informatizado, assim como sua transposição ao produto cerâmico para otimizar e dominar o desenvolvimento de produtos decorados através da técnica de ocografia\*. O motivo que conduziu a abordagem deste tema foi a grande diversidade de resultados obtidos com um mesmo documento gráfico e as diferentes características de gravação, esmaltes, tintas, etc., em virtude de não existir nenhum método de laboratório que sirva para reproduzi-lo e de se utilizar o tradicional método de serigrafia em tela plana para o desenvolvimento.

**Palavras-chaves:** *revestimentos, decoração, ocografia*

### 1. Antecedentes

Nos últimos anos, se incorporou no setor cerâmico uma nova tecnologia de impressão, denominada impressão por ocografia. Esta tecnologia se baseia na utilização de um cilindro de silicone em cuja superfície se realiza, mediante um sistema de laser, uma série de incisões que, em seu conjunto, definem o desenho que se deseja transferir à peça cerâmica. O diâmetro, a profundidade, assim como a separação destes alvéolos, vem determinados pelo programa de gravação do laser. Esta máquina de impressão é uma transposição de uma tecnologia procedente das artes gráficas. Porém, há grandes diferenças na utilização desta tecnologia nos dois setores, como mostra a Tabela 1.

Ao adaptar esta tecnologia ao setor de pisos e revestimentos cerâmicos surgiram várias problemas que afetam muito o domínio da industrialização dos produtos fabricados com esta técnica decorativa:

- Adaptação das características físico-químicas das tintas;
- Conhecimento profundo das variáveis do processo;
- Adaptação do desenho para obter o resultado desejado.

Este último ponto tem sido, até agora, pouco estudado em razão do elevado número de problemas produtivos apresentados pelas formulações das tintas, bem como por suas propriedades reológicas. No estado tecnológico atual, em que foram melhoradas, ainda que não tenham sido otimizadas, as variáveis físico-químicas das tintas, parece adequado tentar melhorar o processo de definição do desenho.

#### *Definição do Processo de Desenvolvimento*

As imagens gráficas que são transferidas aos cilindros de impressão podem ser adquiridas, elaboradas e memorizadas mediante equipamentos de informática. A aquisição das imagens pode ser realizada através de um "scanner" colorido e depois podem ser manipuladas mediante superposições, correções de cor, de pontos, de degradês e mediante qualquer sistema de tratamento gráfico. O grande problema, que pretendemos minimizar, reside na dificuldade de saber em que momento o documento apresenta características ótimas para proceder a gravação do cilindro, já que o efeito do desenho que pode ser visto por impressão no papel ou no monitor, não está univocamente

**Tabela 1.** Diferenças entre os setores de artes gráficas e de revestimentos cerâmicos.

Artes Gráficas	Revestimentos Cerâmicos de Serigrafia
Resolução muito alta	Resolução baixa
Tintas: soluções	Tintas: suspensões

\* Técnica de decoração que utiliza cilindros de silicone com incisões, adaptada pela System para a decoração de revestimentos cerâmicos e conhecida comercialmente por ROTOCOLOR.

**Tabela 2.** Diferenças entre os dois tipos de silicone estudados.

	Vantagens	Inconvenientes
Supersoft (super macia)	Melhor acoplamento à peça.	Rápido desgaste do silicone e deformação dos alvéolos.
Dura	Maior durabilidade e não deformação dos alvéolos.	Pior acoplamento às peças.

relacionado com o efeito estético final da peça cerâmica. Depois dos ajustes, a informação gráfica pode ser digitalizada e memorizada no computador.

A gravação por laser forma pequenas cavidades que mais adiante serão os orifícios a serem preenchidos pela tinta que será transferida. Existem vários tipos de gravação em função do tipo de impressão que se deseja obter. A transferência do desenho à superfície do cilindro, isto é, a gravação por laser, é realizada por aquisição dos dados da imagem memorizados em forma digital. O fato da gravação ocorrer por meio de um sistema digital e não manual é responsável pela gravação rápida, com grande precisão e qualidade, assim como reproduzível ao longo do tempo. Além disso, permite utilizar um amplo potencial gráfico, o que significa que o desenho pode ser impresso até nos menores detalhes, ao contrário de uma tela serigráfica, onde é necessário adaptar o documento, já que são utilizados degradês muito finos. O resultado final estará bastante influenciado esteticamente pela maneira através da qual se contrastou os detalhes da imagem digital, isto é, pela forma como foi “definido” de maneira digital.

## 2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho é otimizar os desenhos que serão impressos via laser sobre o cilindro para decoração sobre peças cerâmicas por ocografia. Pretende-se obter um maior conhecimento sobre a transposição do documento gráfico para a peça cerâmica, levando em consideração as condições de trabalho e a otimização do processo de desenvolvimento, visando a redução do número de testes e a obtenção de uma maior fidelidade no resultado do desenvolvimento do produto.

Assim, serão relacionadas as variáveis do documento gráfico no computador:

- Curva do desenho.
- Definição da gravação do elemento impressor.
- Natureza do elemento impressor.
- Natureza do engobe e do esmalte, onde foram estudadas as dilatações, curvas de contração-dilatação e as coordenadas cromáticas da superfície.
- Características estéticas requeridas e anteriormente prefixadas, para isso foi selecionado um conjunto de modelos de efeitos estéticos muito diferentes.

A partir destas informações será objetivado:

- Adaptar cada desenho ao tipo de gravação mais con-

veniente assim como à natureza do silicone.

- Poder modificar o documento gráfico com maior segurança para garantir a sua reprodução de maneira mais eficaz, de acordo com o tipo de produto cerâmico desejado e com o desenho escolhido.

## 3. Conceitos Técnicos

Os cilindros utilizados na impressão por ocografia podem ser classificados pela natureza do silicone (supersoft, duro), e pelo grau de definição da gravação com o qual foi processado. Na Tabela 2 são observadas as vantagens e os inconvenientes dos diferentes tipos de silicone.

O grau de definição de uma imagem é dado pelo número de pontos (ou pixels) utilizados para representar a imagem por unidade de superfície (área). O passo de incisão de uma imagem é a distância entre o centro de um pixel e o seguinte.

Existem dois grupos principais de resolução de incisões (Tabela 3).

- Incisão Standard (padrão), com passo de incisão constante e igual à resolução. A escala de cinza é conseguida variando-se a dimensão dos orifícios ou alvéolos.
- Incisões de alta definição, com tamanho de alvéolos constante e igual a 100  $\mu\text{m}$ . Neste tipo de incisão a escala de cinza é obtida variando-se a densidade de pontos por unidade de superfície.

## 4. Procedimento Experimental e Análise dos Resultados

### 4.1 Caracterização de Desenhos

#### 4.1.1 Seleção dos Desenhos

Para a seleção dos desenhos que foram utilizados como objeto deste estudo, valeu-se da experiência obtida ao longo de 3 anos de trabalho com este tipo de decoração. As variáveis utilizadas para a seleção foram:

- Aspecto estético do desenho, tanto em sua forma como na quantidade de superfície decorada: desenhos suaves e desenhos chapados (com fundo).
- Programa de gravação do cilindro de silicone: 0,4; 0,3; TR e HD.
- Natureza do silicone utilizado: duro e supersoft (super-macio).

Todos os desenhos selecionados foram utilizados em linha de produção durante um período mínimo (50.000 m<sup>2</sup>)

para poder, a priori, conhecer seus problemas na produção e assim interpretar com menor margem de erro os resultados obtidos.

A partir de todas essas variáveis foram escolhidos os desenhos descritos na Tabela 4.

Durante o presente trabalho, será mencionado o conceito da “forma de trabalho padrão”, que se refere às condições de produção em que todos os parâmetros estão em um ponto próximo ao ótimo, onde as variações produzidas dentro das margens usuais de trabalho, não afetam a qualidade do produto final, ou seja, trabalhar sem problemas.

#### 4.1.2 Caracterização dos Desenhos

Para a caracterização dos desenhos foi traçada, no monitor do computador, uma linha horizontal (em cada um dos canais que formam os desenhos) em uma região considerada representativa. Sobre essa linha foi medida a intensidade de pontos por centímetro, com precisão de 0,1 cm para evitar alterações pontuais.

#### 4.1.3 Representação Gráfica dos Dados Obtidos e Análise das Curvas Resultantes

Os valores de intensidade de ponto em função da distância em centímetros ao longo da linha transversal traçada

anteriormente foram representados em um sistema de coordenadas cartesianas. Buscou-se então correlacionar as curvas resultantes (juntamente com as tintas utilizadas) com as dificuldades de produção anteriormente mencionadas (Tabela 4), com o objetivo de identificar as possíveis relações entre os problemas produtivos e as variáveis estudadas neste trabalho.

Nas Tabelas apresentadas a seguir adotou-se a seguinte nomenclatura:

- D: Definição do desenho em cada canal:  
Chapado: canal em que a porcentagem de desenho que recobre a superfície do revestimento supera os 70%;  
Suave: canal em que a porcentagem de desenho que cobre a superfície do revestimento é menor que 30%.
- I: Intensidade de corante na tinta, expressa como unidades de óxido corante para cada cem unidades de frita base transparente.
- N: Natureza predominante dos óxidos corantes utilizados.

A seguir são apresentados os gráficos obtidos para cada um dos canais dos desenhos selecionados, assim como o quadro das variáveis utilizadas para a caracterização dos modelos.

#### Modelo 1: Formado por Um Canal

Este desenho não apresentou nenhum problema na produção ao longo de todos os metros fabricados, pois como pode ser observado através da Fig. 1 e da Tabela 5, seu desenho gráfico é constituído por apenas um canal suave de baixa intensidade, decorado com uma tinta de baixa concentração, com um corante intenso, gravado sobre um cilindro de silicone duro e com uma definição de gravação pouco exigente. Baseando-se nestes dados, pode-se dizer que este desenho, ainda que possua uma tinta de baixa concentração, apresenta todos os demais parâmetros otimizados no que definiu-se como a “forma padrão de trabalho”, como consequência da experiência acumulada durante três anos, que não é nada mais do que uma definição da “forma de trabalhar sem problemas”.

**Tabela 3.** Definição dos diferentes tipos de gravação a laser.

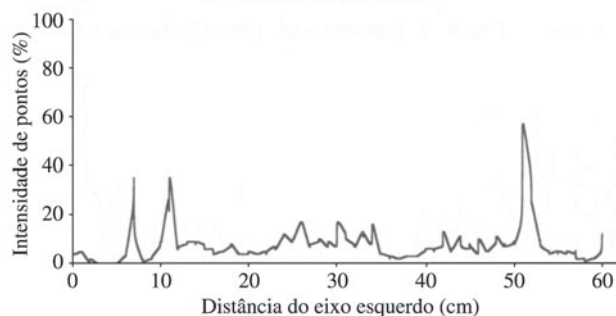
Tamanho dos alvéolos (µm)		Distância entre os alvéolos (µm)	
0,4	Variável	1%: 170 100%: 310	Constante 400
0,3	Variável	1%: 150 100%: 270	Constante 300
TR	Variável	1%: 150-160 100%: 270	Constante 238
HD	Constante 100	Variável	1%: 1000 100%: aprox. juntos

**Tabela 4.** Definição dos desenhos utilizados neste estudo.

Nº	Tipo de desenho	Gravação	Silicone	Problemas na Produção
1	Suaves	0.4	T1	Sem problemas
2	Chapado	TR	T1	Sem problemas
3	Suave	0.4	T1	Sem problemas
4	Suave	HD	T1	Sem problemas
5	Chapado	HD	T1	Sem problemas
6	Suave	HD	Supersoft	Ligeira dificuldade para manter a tonalidade
7	Chapado	HD	T1	Dificuldade para manter a tonalidade
8	Chapado	HD	Supersoft	Muito problemática

**Tabela 5.** Características do Modelo 1.

N° do Canal	D	I	N
1	Suave	2	Espinélio



**Figura 1.** Desenho 1, primeiro canal, suave, gravação 0,4.

### Modelo 2: Formado por Três Canais

Este desenho não apresentou nenhum problema na produção do modelo. Isto pode ser explicado levando-se em consideração a combinação de intensidade dos canais chapados, o programa de gravação sobre silicone duro, juntamente com as tintas de concentração média. Esta combinação permite descarregar perfeitamente a tinta e assim decorar a maior parte da superfície da peça cerâmica. Estes tipos de canais estão na região ótima da “forma padrão de trabalho”.

### Modelo 3: Formado por Três Canais

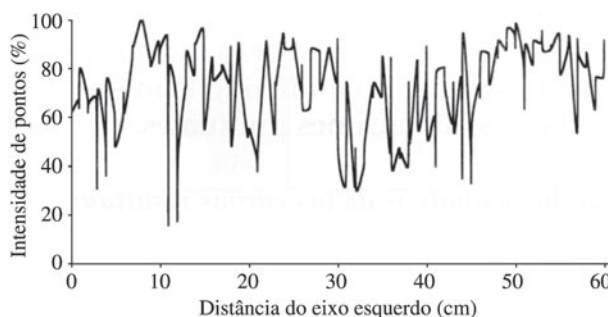
Este desenho não apresentou nenhum problema na produção de todos os metros que foram produzidos. Isto pode ser explicado, conforme se verifica nas Figs. 5, 6 e 7, pelos valores baixos apresentados pela intensidade de ponto e pelas pequenas porcentagens de corantes empregadas nas tintas (ver Tabela 7). Além disso, utilizou-se o programa de gravação 0,4 e silicone duro. Deste modo, pode-se concluir que no desenho não há nenhuma variável que esteja sendo “muito exigida”. Este conjunto de condições também é compatível com a “forma padrão de trabalho” previamente estabelecida.

### Modelo 4: Formado por Dois Canais

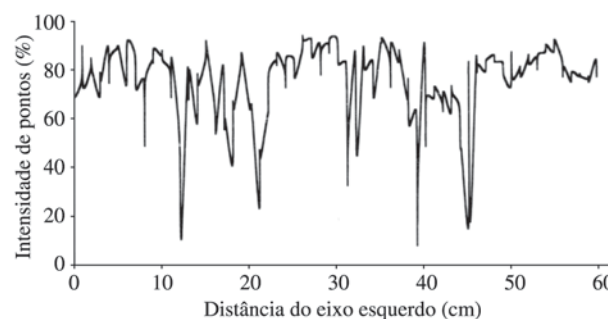
Este desenho não apresentou nenhum problema na produção de todos os metros que foram fabricados. A explicação para esse fato está relacionada com a ampla região de baixa intensidade de pontos do desenho, juntamente com a intensidade mais que aceitável das tintas e uma gravação sobre silicone duro. Todo este conjunto de variáveis minimiza o possível risco associado a utilização de um programa de alta definição, que, por outro lado, são muito apropriados para os canais suaves em virtude das sensações óticas e estéticas que provocam.

**Tabela 6.** Características do Modelo 2.

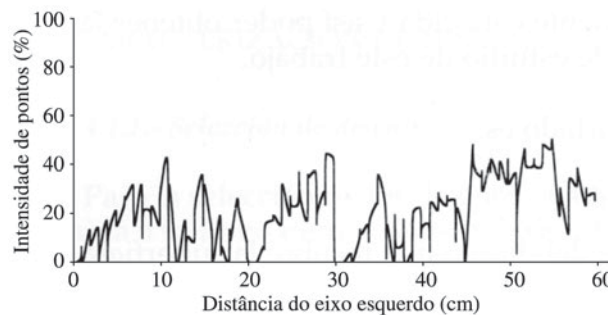
N° do Canal	D	I	N
1	Chapado	20	Zircônio
2	Chapado	40	Espinélio
3	Suave	80	Espinélio



**Figura 2.** Desenho 2, primeiro canal, chapado, gravação TR.



**Figura 3.** Desenho 2, segundo canal, chapado, gravação TR.



**Figura 4.** Desenho 2, terceiro canal, suave, gravação TR.

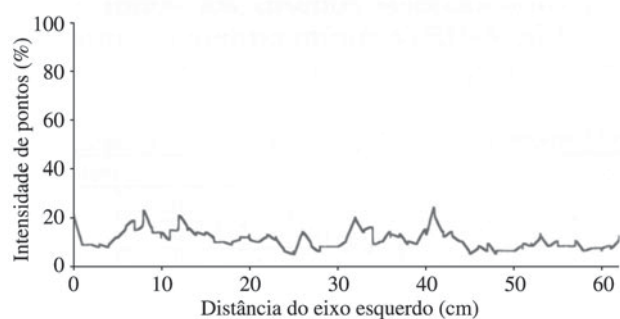
### Modelo 5: Formado por Três Canais

Este desenho não apresentou nenhum problema na produção de todos os metros que foram fabricados, pois, como

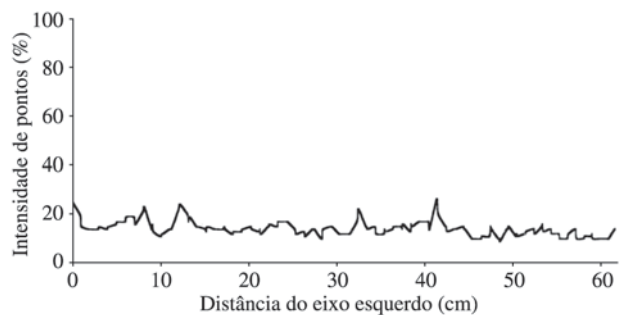
se observa nas Figs. 10 e 11, a intensidade de ponto apresenta valores médios nos dois primeiros canais, ainda que a concentração de cor seja muito elevada e esteja fora dos intervalos que poderiam ser considerados como padrão

**Tabela 7.** Características do Modelo 3.

Nº do Canal	D	I	N
1	Suave	15	Zircônio
2	Suave	5	Zircônio
3	Suave	2	Espinélio



**Figura 5.** Desenho 3, primeiro canal, suave, gravação 0,4.



**Figura 6.** Desenho 3, segundo canal, suave, gravação 0,4.



**Figura 7.** Desenho 3, terceiro canal, suave, gravação 0,4.

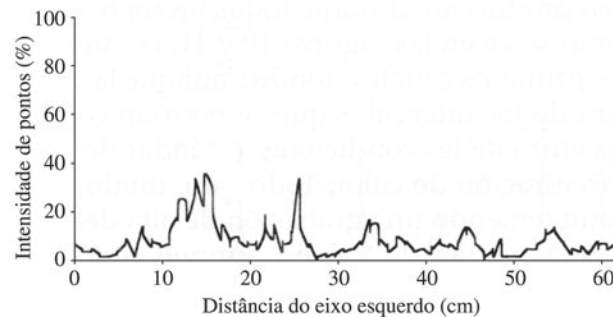
(Tabela 9). O desenho suave (Fig. 12) encontra-se dentro das condições padrão de trabalho, tanto na forma do desenho como na concentração de cor. Todos estes fatores, juntamente com a gravação do desenho sobre silicone duro, ainda que empregando a gravação de alta definição, permitem a padronização das condições de trabalho, muito embora nem todos os ajustes estejam dentro do intervalo considerado ótimo.

**Modelo 6: Formado por Dois Canais**

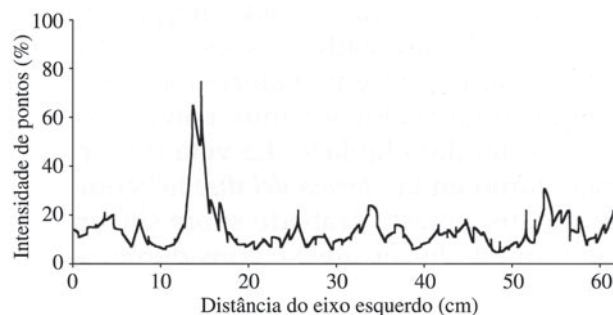
Com base na análise das Figs. 13 e 14 e da Tabela 10, era de se esperar que este desenho não apresentasse nenhum tipo de problema, já que os valores de intensidade de ponto são considerados médios-baixos e a porcentagem de cor é muito pequena. Porém, este desenho apresentou uma certa dificuldade para se alcançar a mesma tonalidade nos vários lotes. Este fato está relacionado com

**Tabela 8.** Características do Modelo 4.

Nº do Canal	D	I	N
1	Chapado	10	Espinélio
2	Suave	20	Espinélio



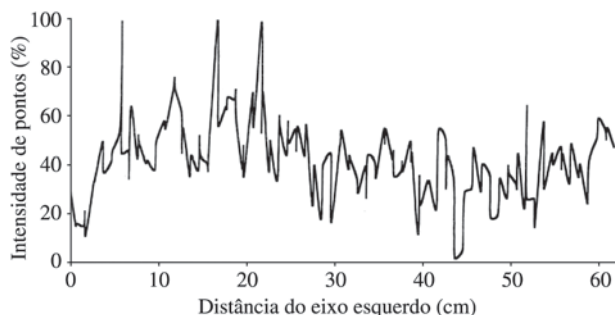
**Figura 8.** Desenho 4, primeiro canal, chapado, gravação HD.



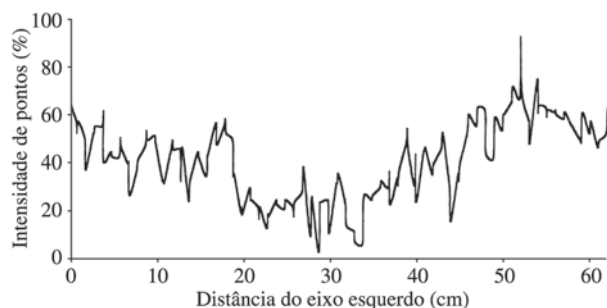
**Figura 9.** Desenho 4, segundo canal, suave, gravação HD.

**Tabela 9.** Características do Modelo 5.

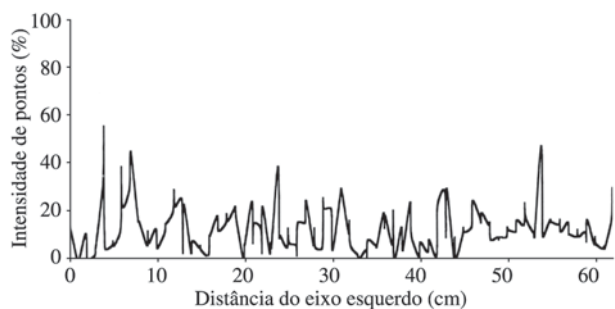
N° do Canal	D	I	N
1	Chapado	200	Zircônio
2	Chapado	150	Espinélio
3	Suave	40	Espinélio



**Figura 10.** Desenho 5, primeiro canal, chapado, gravação HD.



**Figura 11.** Desenho 5, segundo canal, chapado, gravação HD.



**Figura 12.** Desenho 5, terceiro canal, suave, gravação HD.

a natureza do silicone, já que o gráfico apresenta valores médios de intensidade e a tinta apresenta baixas concentrações de pigmento. Essa combinação aumenta a sensibilidade à deformação e desgaste dos alvéolos durante a pro-

dução e também ao ajuste e regulagem das condições de trabalho da máquina, que influenciam consideravelmente a quantidade de pigmento depositado sobre a peça, e conseqüentemente, o aspecto visual do produto final.

#### *Modelo 7: Formado por Três Canais*

Este desenho apresentou um alto grau de dificuldade no momento da aplicação industrial. Foram feitos muitos lotes nos quais foi necessário alterar variáveis como concentração de corante, densidade e viscosidade das tintas, assim como as condições de regulagem da máquina. Com este modelo, em nenhum momento se encontrou condições de trabalho que pudessem assegurar a reprodutibilidade do desenho, muito embora em cada lote se conseguiu padronizar e produzir o modelo. Porém não se conseguiu estabelecer, durante a produção de um lote, as condições de operação que pudessem ser aplicadas com sucesso ao lote seguinte. Para todos os lotes foi necessário estabelecer novamente as condições de trabalho para que o produto estivesse dentro dos padrões estéticos desejados. Tudo isso resultou em paradas da linha, tonalidades, insegurança, etc.

A justificativa para o problema é a situação em que se encontram as quatro variáveis que estão sendo analisadas neste trabalho. O primeiro e segundo canal, que formam o fundo do desenho, são muito exigentes no que se refere à intensidade de pontos e as tintas apresentam uma concentração elevada. Além disso, há também as dificuldades relativas a gravação de alta definição que por suas características (tamanho do alvéolo muito pequeno, com depósito de tinta muito pequeno) não é a mais apropriada quando se precisa cobrir totalmente a superfície do azulejo. Assim sendo, a única solução seria alterar o tipo de gravação do desenho, fazendo os ajustes necessários para que a estética final do produto não varie em relação à peça padrão já produzida.

#### *Modelo 8: Formado por Quatro Canais*

Este desenho ocasionou um grande número de problemas durante as diversas tentativas de produção, o que pode ser explicado pelo fato de que a maioria das variáveis está sendo extremamente exigida. Em primeiro lugar, ao analisar os gráficos de intensidade de ponto dos canais correspondentes ao fundo, se nota que apresentam valores extremamente altos; além disso, há ainda a elevada intensidade de cor (principalmente no canal 3) e a gravação em alta definição em um silicone super-mole.

Esses problemas foram gerados ao se tentar obter um fundo quase que completamente coberto com uma alta intensidade de cor utilizando uma gravação de alta definição (quer dizer, com alvéolos pequenos) e em um silicone menos resistente ao desgaste e mais suscetível ao descarregamento da tinta pela deformação dos pontos.

A Tabela 13 apresenta um quadro sinótico com um resumo de todas as análises das variáveis estudadas nos oito

desenhos, para que se possa visualizar mais facilmente as combinações problemáticas e as não problemáticas, com base nos resultados experimentais.

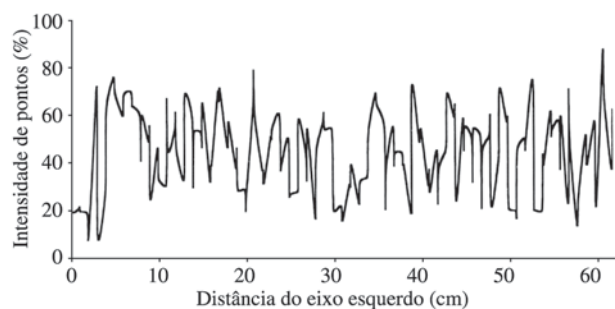
#### 4.2 Avaliação de Cilindros de Teste

Após a análise profunda dos desenhos e a avaliação das suas características, passou-se a gravar os cilindros de teste para encontrar as correlações entre o desenho gráfico que foi visto na tela do monitor e os degradês que de fato se gravam no cilindro, uma vez que o programa do laser utilizado é uma variável que afeta de forma determinante a parte estética do desenho, da mesma forma como havia sido observado nos trabalhos em que se utilizavam telas planas e posteriormente se tentava reproduzir em cilindros gravados com laser.

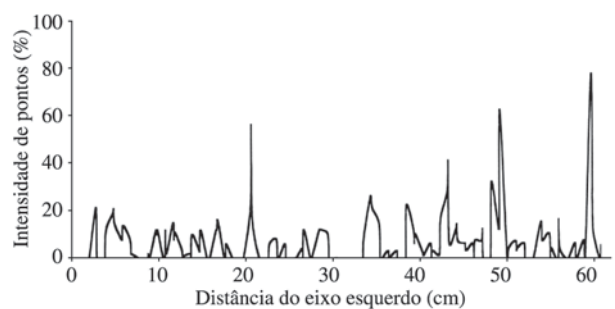
O cilindro de teste que foi gravado consiste de uma retícula uniforme com diferentes densidades de pontos entre 5 e 100%, com gravações 0,4 e 0,3. Por outro lado, foi

**Tabela 10.** Características do Modelo 6.

Nº Do canal	D	I	N
1	Chapado	1	Espinélio
2	Suave	2	Espinélio



**Figura 13.** Desenho 6, primeiro canal, chapado, gravação HD.

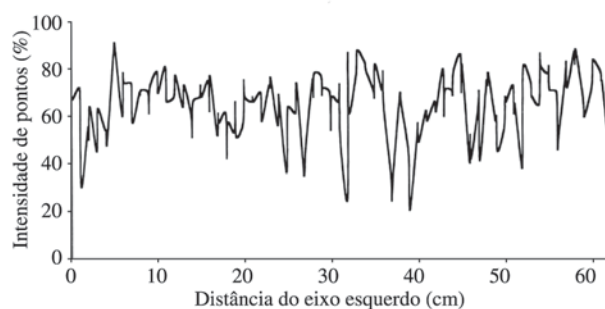


**Figura 14.** Desenho 6, segundo canal, suave, gravação HD.

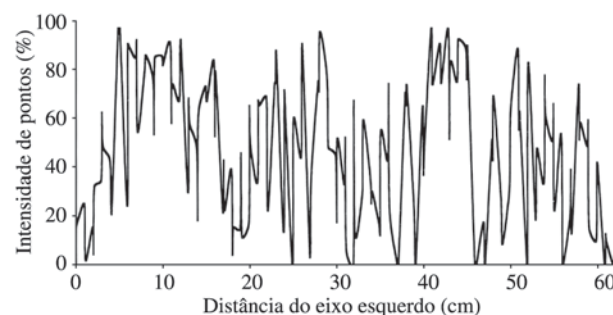
elaborada uma tela plana de provas para poder comparar os degradês produzidos pelos dois métodos. Com a mesma retícula utilizada para a confecção dos cilindros de provas da ocografia foram produzidos um fotalito com 20 pon-

**Tabela 11.** Características do Modelo 7.

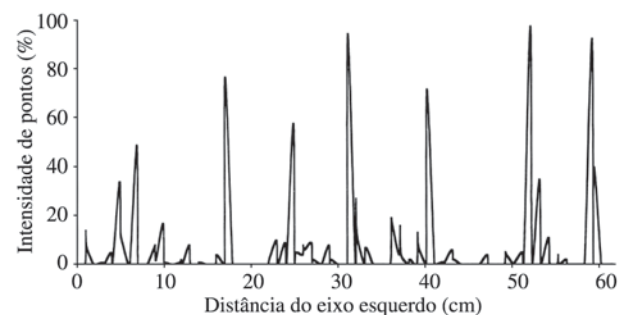
Nº do canal	D	I	N
1	Chapado	70	50% Zircônio 50% Espinélio
2	Chapado	70	Zircônio
3	Suave	70	Espinélio



**Figura 15.** Desenho 7, primeiro canal, chapado, gravação HD.



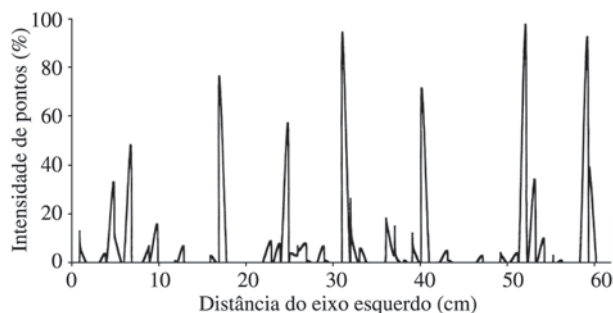
**Figura 16.** Desenho 7, segundo canal, chapado, gravação HD.



**Figura 17.** Desenho 7, terceiro canal, suave, gravação HD.

**Tabela 12.** Características do Modelo 8.

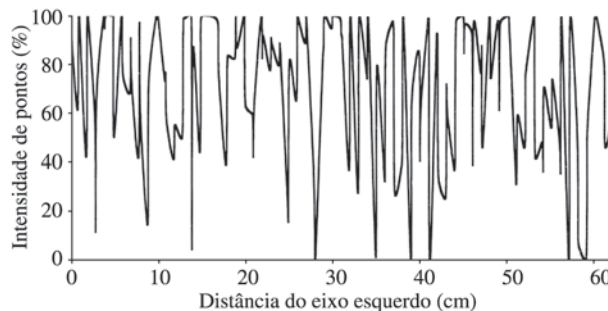
Nº do canal	D	I	N
1	Chapado	10	Zircônio
2	Suave	20	Zircônio
3	Chapado	100	Espinélio
4	Suave	40	Espinélio



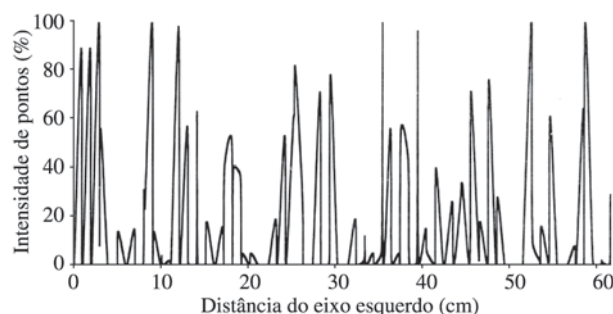
**Figura 18.** Desenho 8, primeiro canal, chapado, gravação HD.

tos/cm, com o qual foi produzida uma tela de #68, e outro fotolito com 24 pontos/cm, para produzir uma tela de #90.

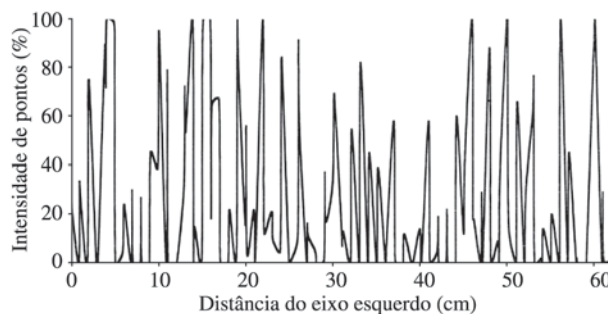
A primeira coisa que se observa é a grande diferença que existe entre o documento teórico, que se vê no monitor do computador, e os resultados nas peças cerâmicas, tanto as serigrafadas com tela plana como as decoradas por ocografia, principalmente no que se refere à progressão dos degradês. Os degradês teóricos, no monitor, são lógi-



**Figura 20.** Desenho 8, terceiro canal, chapado, gravação HD



**Figura 19.** Desenho 8, segundo canal, suave, gravação HD.



**Figura 21.** Desenho 8: quarto canal, suave, gravação HD.

**Tabela 13.** Resumo dos resultados obtidos com base nos gráficos.

Desenho	Tipo	Gravação	Silicone	Dificuldade
1	Suave	0.4	Duro	Nenhuma
2	Chapado	TR	Duro	Nenhuma
3	Suave	0.4	Duro	Nenhuma
4	Suave	HD	Duro	Nenhuma
5	Chapado	HD	Duro	Nenhuma
6	Suave	HD	Supersoft	Certa dificuldade (Tinta clara + Silicone supersoft)
7	Chapado	HD	Duro	Dificuldade média (Canal do fundo + Gravação HD)
8	Chapado	HD	Supersoft	Dificuldade elevada (Canal do fundo + gravação HD + silicone supersoft + intensidade da tinta elevada)



cos; produz-se um aumento da intensidade em cada quadrado à medida que aumenta a densidade da retícula, entretanto, nos outros casos não ocorre o mesmo, como se pode observar nas Figs. 22, 23 e 24.

Pode-se observar que entre o documento teórico e a tela plana há diferenças muito pequenas, entretanto, na seqüência da ocografia de resolução 0,4 (25 pixels/cm), há uma variação significativa de intensidade entre o 90 e o 100%. As outras variações de 10 em 10 são graduais, porém não lógicas. Entre 5 e 30% as variações de tonalidade são mínimas, com intervalos muito amortizados. O mesmo ocorre entre 40 e 70% e entre 70 e 90%, onde existem três patamares e não um aumento gradual, como deveria ser. Na resolução 0,3 (33 pixels/cm) existe também um salto entre o 90 e o 100%, porém muito mais amortizado. Portanto, ao se aumentar a definição na gravação do documento, os resultados práticos se aproximam mais das condições teóricas, entretanto, torna-se mais difícil trabalhar em produção.

Para poder representar graficamente essas observações

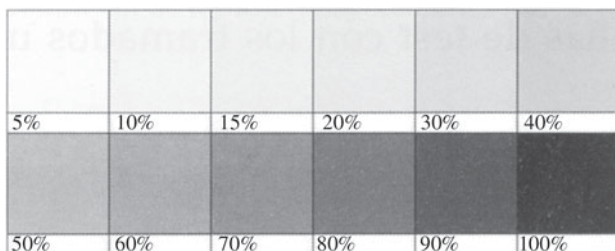


Figura 22. Documento teórico.

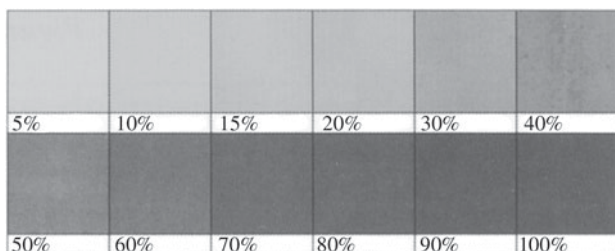


Figura 23. Ocografia 0.4.

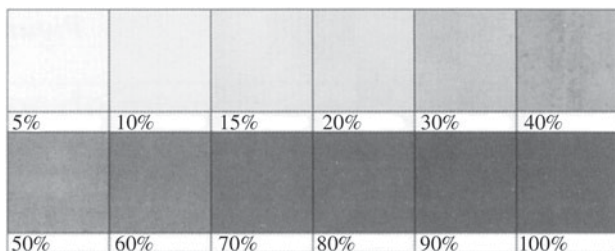


Figura 24. Tela plana com 68#.

“escaneou-se” as peças obtidas e, posteriormente, mediuse no computador o índice de brancura. (L) de cada uma das porcentagens da retícula (Figs. 25 e 26). Os três aspectos mais relevantes das diferenças podem ser divididos em três intervalos: 1) entre 0 e 30% os degradês são muito semelhantes, tanto nas peças decoradas por ocografia como por tela plana; 2) entre 30 e 80% a diferença é muito considerável, a curva da tela plana apresenta uma diminuição progressiva ao passo que a da ocografia se apresenta praticamente paralela ao eixo das abscissas e 3) entre 80 e 100% há uma grande diferença entre os comportamentos das duas curvas, a curva da tela plana diminui lentamente ao passo que a da ocografia apresenta uma queda brusca, principalmente entre 90 e 100%, onde a curva se afasta consideravelmente da teórica.

Em vista das diferenças entre a tela plana e a ocografia, mencionadas acima, julgou-se conveniente analisar também os degradês entre 1 e 5%, uma vez que em todas as gravações por ocografia apareceu o fenômeno usualmente chamado por “ganho de ponto”, no qual todo o fundo das peças é coberto. Para isso foram preparados os cilindros e telas de teste com as retículas uniformes com intensidade de ponto de 1, 2, 3, 4 e 5%.

Como se pode observar nas Figs. 27 e 28, neste inter-

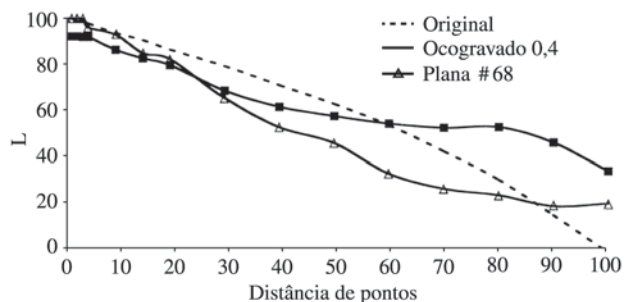


Figura 25. Comparação colorimétrica da tinta preta em mate. Impressão por ocografia 0,4 e tela plana de 68#.

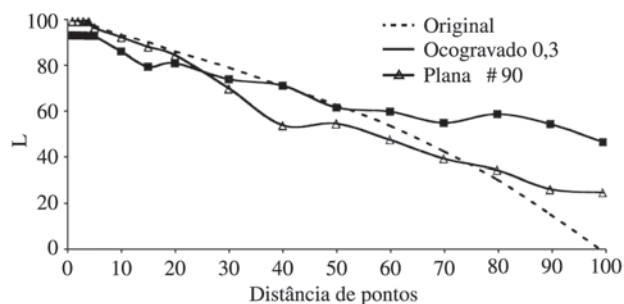


Figura 26. Comparação colorimétrica da tinta preta em mate. Impressão por ocografia 0,3 e tela plana de 97#.

valo de intensidade de pontos há uma grande diferença entre os dois métodos, a qual é responsável em grande parte pela falta de correlação, no que se refere à estética, entre os produtos decorados com telas planas e por ocografia, à partir do mesmo documento informático do desenho. Isto pode ser visto, para as peças decoradas pelo cilindro de teste, na Fig. 27, onde a intensidade é praticamente constante entre 1 e 10%, decorando o fundo praticamente da mesma forma que a retícula de 10% e deixando o fundo praticamente coberto. Já para a tela plana de teste os degradês entre 1 e 3% não são perceptíveis, entre 4 e 5% começam a colorir ligeiramente o fundo e, à partir de 10% a retícula adquire uma consistência de cor considerável.

### 4.3 Caracterização dos Esmaltes

Durante os três anos de experiência em decoração por ocografia pôde-se observar a importância da escolha do esmalte sobre o qual o desenho vai ser aplicado, com todas suas características fixas, uma vez que em certas circunstâncias poderão dar origem a defeitos técnicos e estéticos não desejáveis.

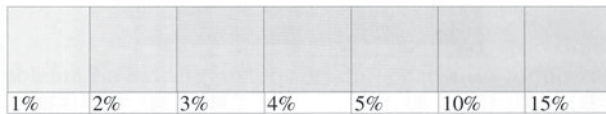


Figura 27. Ocrogravação 0,4.

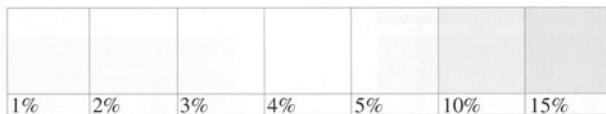


Figura 28. Tela plana de 68#.

Com base no apresentado acima, foram escolhidos e caracterizados três esmaltes base usados na maioria dos produtos e cujas naturezas são muito diferentes (Tabela 14).

Para poder relacionar a influência do esmalte com o grupo de variáveis apresentados no item 4.1, utilizou-se o cilindro de provas com resolução 0,4, mencionado anteriormente, e três tintas padrão (preta, marrom e cinza claro). Este cilindro foi colocado na máquina de impressão e testou-se sobre três esmaltes padrão para ver qual a densidade de pontos que se perdem e quais não, em função das características físico-químicas dos esmaltes, do tipo de gravação e da tinta.

A Tabela 14 resume os intervalos de intensidade de pontos sem defeitos com as diferentes tintas aplicadas sobre os três esmaltes selecionados e caracterizados para este trabalho, onde TN é a tinta preta (alta porcentagem de pigmento), TC é a tinta marrom (porcentagem de pigmento média) e TG é a tinta cinza (baixa porcentagem de pigmento). A tinta mais refratária é a TN e a mais fundente a TG.

Do acima exposto pode-se concluir que ao selecionar previamente o esmalte a ser utilizado, deve-se levar em consideração as intensidades de pontos no desenho que se vai usar no desenvolvimento. Caso o desenho tenha sido escolhido primeiro, deve-se levar em consideração o esmalte mais apropriado para evitar regiões tecnicamente incorretas (segregados, matificações, etc.) uma vez que os desenvolvimentos podem ser feitos pelas duas rotas.

A seguir compara-se os resultados das medidas colorimétricas para cada retícula segundo o esmalte sobre o qual a decoração vai ser aplicada, mantendo-se constante a tinta. A tinta escolhida para a realização desta comparação foi a preta.

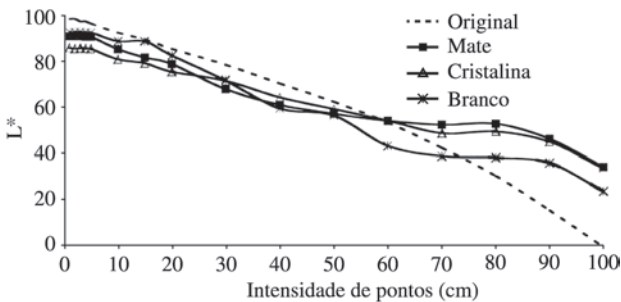
Como pode-se ver na Fig. 29, a baixas intensidades de

Tabela 14. Características dos esmaltes utilizados.

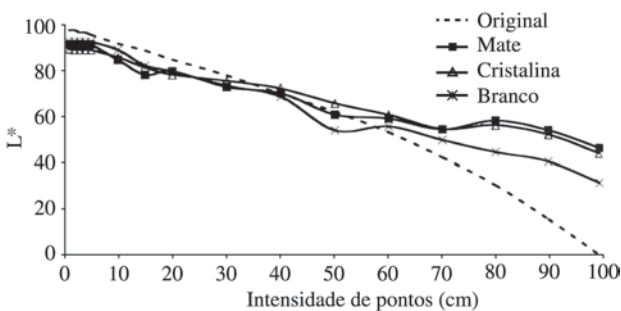
	CRISTALINA	BRANCO DE Zr	MATE DE Zn
T início de retração (°C)	860	890	830
T final de retração (°C)	1020	1030	1110
T amolecimento (°C)	1050	1070	1140
T de esfera (°C)	1110	1110	1180
T de semi-esfera (°C)	1220	1240	1220
T Fusão (°C)	1240	1260	1240
$\alpha_{50-300}$ (°C)- $1 \times 10^7$	63	62	60
$\tau_{50-300}$ (°C)- $1 \times 10^7$	189	186	180
$\alpha_{300-500}$ (°C)- $1 \times 10^7$	66	65	69
$\tau_{300-500}$ (°C)- $1 \times 10^7$	198	194	207
T transformação (°C)	661	636	608
T amolecimento (°C)	845	826	1010
L*	91,0	94,4	92,5
a*	-1,26	-0,56	-0,52
b*	2,88	0,21	0,93

**Tabela 15.** Relação entre as variáveis do esmalte e a região de intensidade de pontos não problemática.

Gravação	CRISTALINA			MATE			BRANCO		
	TG	TC	TN	TG	TC	TN	TG	TC	TN
0,4	1-100%	1-70%	1-60%	1-90%	1-80%	1-70%	1-80%	1-50%	1-20%
0,3	1-100%	1-90%	1-70%	1-100%	1-90%	1-80%	1-90%	1-60%	1-30%



**Figura 29.** Comparação colorimétrica para tinta preta em diferentes esmaltes. Decoração por ocografia com definição 0,4.



**Figura 30.** Comparação colorimétrica para tinta preta em diferentes esmaltes. Decoração por ocografia com definição 0,3.

pontos (até aproximadamente 20%) o valor de  $L^*$  se comporta como esperado, ou seja, os valores do branco de zircônio e do mate são próximos e a cristalina apresenta valores de  $L^*$  menores, uma vez que a cor se integra melhor na estrutura vítrea do esmalte (se funde). Para altas intensidades de ponto (maior que 60%), ocorre o oposto, ou seja, o mate e a cristalina apresentam valores similares e o branco apresenta tonalidades mais escuras (valores de  $L^*$  mais baixos), isto se deve ao fato de que na cristalina e na mate o corante se integra no esmalte base e diminui seu rendimento, entretanto, isto não ocorre no branco uma vez que se produzem segregações e o que realmente se mede são pontos de corantes que não puderam fundir (dissolver) no esmalte base. Pode-se ver na Fig. 30 o mesmo efeito, porém menos intenso. A diferença de comportamento das curvas cristalina e mate em relação ao branco se dá para intensidades de ponto mais elevadas (aproximadamente

80%). Isto se deve ao fato de que o efeito em questão é retardado para pontos menores.

## 5. Conclusões

Há uma grande diferença entre as curvas de intensidade de pontos que definem os canais suaves e chapado; estas diferenças auxiliam na escolha das condições de gravação e do silicone.

Antes de se desenvolver um modelo a ser decorado por ocografia deve-se analisar profundamente a contribuição estética de cada canal, por que na maioria dos casos pode-se utilizar um número menor de cilindros do que o de telas planas. Isto pode ser conseguido através do domínio de todas as variáveis estudadas neste trabalho.

Há ainda um considerável número de possíveis combinações dessas variáveis que não foram apresentadas neste trabalho, porém muitas delas foram estudadas e confirmam os aspectos aqui apresentados.

Tudo o que foi apresentado leva a conclusão de que o efeito estético do desenho aplicado por tela plana ou ocografia leva a resultados distintos se as variáveis mencionadas não forem adequadamente ajustadas durante o desenvolvimento. Entretanto, considerando essas particularidades, pode-se aprimorar o desenho teórico inicial e chegar ao efeito estético estabelecido.

Como pode-se comprovar ao longo de todo o trabalho, à medida que as resoluções de trabalho aumentam, nos aproximamos mais da teoria das artes gráficas. Porém, por outro lado, restringimos as margens de trabalho nos sistemas produtivos padronizados e portanto tem de se buscar uma situação de compromisso durante o desenvolvimento em ocografia. Deve-se tentar fazer com que a parte estética perca o mínimo possível sem que seja necessário trabalhar fora dos limites razoáveis para a produção, uma vez que isto só pode levar a desuniformização da produção por não se conseguir manter constantes as variáveis de impressão. Comprovou-se que com uma boa adequação das variáveis pode-se trabalhar dentro das variáveis da tecnologia de ocografia sem problemas.

Recomenda-se que na formulação das tintas se utilize pigmentos intensos que em ocografia (onde a camada é pouco espessa) dão tonalidades similares a dos corantes pastel por estrutura, pois permitem uma importante redução da porcentagem de pigmento resultando em um tom similar através do depósito reduzido de tinta deste sistema de impressão sobre as peças. Dessa forma seria mais fácil

estabelecer as condições padronizadas de trabalho.

Todo este trabalho foi baseado em uma experiência prática e uma coleta metódica de dados obtida durante três anos, o que deixa aberta a porta para qualquer comentário.

Este trabalho não teve por objetivo estabelecer um procedimento padronizado e sim simplesmente transmitir as conclusões de um experimento. Procurou-se criar um sistema de trabalho, para tornar mais metódica a seleção das variáveis nos desenvolvimentos para decoração de revestimentos cerâmicos por ocografia.

## Referências Bibliográficas

1. Moreno, A. - “Adecuación de las propiedades de tintas y esmaltes a los sistemas de aplicación y técnicas decorativas” - *Anais do Qualicer 2000*, Castellon, Espanha, 2000.
2. Lazaro, V.; Paya, M.; Garcia, M. - “Control del proceso de transmisión de información gráfica de la decoración serigráfica” - *Qualicer 2000*, Castellon, Espanha, 2000.
3. Escribano, P.; Carda, J.B.; Cordoncillo, E. - “Esmaltes y pigmentos cerámicos” - *Enciclopedia Cerámica*, Tomo I, Faenza Editrice Ibérica, 2001.

VEM AÍ O



(VIII Congresso Mundial da Qualidade do azulejo e do pavimento Cerâmico)

**7 – 10 de março de 2004 Castellón – Espanha**

Você que se habituou a ler na Cerâmica Industrial alguns dos trabalhos publicados nos anais deste que é o maior e mais importante congresso internacional dedicado exclusivamente aos revestimentos cerâmicos, o Qualicer, tem agora a oportunidade de participar ao vivo e em cores.

**Resumos de até 500 palavras até 27/06. Trabalho completo até 31/10**

Mais informações no site [www.qualicer.org](http://www.qualicer.org)