

## Design Cerâmico Adaptado à Impressão Digital

J. J. Clausell<sup>a</sup>, L. Ortiz<sup>a</sup>, J. Mira<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Tecnología Cerámica – ITC, Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas – AICE, Universitat Jaume I, Av. Vicent Sos Baynat, s/n, Castellón, Espanha

**Resumo:** Neste artigo é apresentado um fluxo de trabalho correto que, em conjunto com a utilização de ferramentas adequadas, pode aumentar a produtividade do processo de fabricação cerâmica. A utilização dos perfis de cor, os tratamentos dos gráficos em PhotoShop, a preparação das imagens para impressão, os fatores que devem ser considerados e as ferramentas a serem usadas são questões que, exceto as características inerentes dos diversos fabricantes de equipamentos, atualmente formam um senso comum entre os designers do setor cerâmico e são tratadas neste artigo.

**Palavras-chave:** *imagem gráfica, design, processo, impressão digital, cerâmica.*

### 1. Introdução

O setor de revestimentos cerâmicos encontra-se em um momento de mudanças devidas à incorporação de máquinas de impressão digital na produção. A peculiaridade destas máquinas de impressão e do processo de fabricação de revestimentos causou uma mudança na forma em que os motivos a serem reproduzidos são tratados pelas empresas do setor. Termos como gestão de cor, perfis e quadricromia, típicos do setor tradicional de artes gráficas, são agora mesclados com termos como multicanal, tintas cerâmicas, vidrados de base e temperatura do forno, típicos da cerâmica<sup>1-3</sup>.

Esta mescla de dois mundos de decoração gráfica ao mesmo tempo tão próximos e tão distantes entre si causou a criação de novos procedimentos de design e uma nova gestão de cor adaptados ao setor cerâmico. Exemplos destas mudanças são a utilização de perfis de cor e o retorno do design em multicanal. Torna-se necessário conciliar estas técnicas tradicionais de gestão de cor com os novos procedimentos de design. Novas ferramentas são utilizadas e novos procedimentos devem ser adaptados para se ter um funcionamento correto desta nova tecnologia que se consolidou como mais uma forma de decoração de placas cerâmicas<sup>4,5</sup>.

### 2. Desenvolvimento

#### 2.1. Necessidade de um novo produto

Atualmente, e atendendo à demanda das empresas fabricantes de cerâmica, existem duas tipologias de gráficos que estão adaptando-se à impressão digital. Os gráficos reutilizados referem-se às produções realizadas usando as tecnologias anteriores, como rotativas ou telas. Tais gráficos armazenados em arquivos digitais foram desenvolvidos, na melhor das hipóteses, pensando-se nas possibilidades das tecnologias então utilizadas. Por diversas razões pode ser necessário que as empresas continuem produzindo estes produtos utilizando a tecnologia de impressão digital cerâmica, mas para dar este passo devem em primeiro lugar prepararem-se para tal.

Por exemplo, uma resolução de 180 pontos por polegada poderia ser considerada o padrão da empresa, mas atualmente a tecnologia permite e estimula a utilização de resoluções de 360 pontos por polegada e adiante. Isto supõe a necessidade de uma interpolação de pontos que nem sempre é realizada de forma correta, o que pode resultar em perdas de definição e em efeitos estranhos. Para solucionar este primeiro problema o gráfico deve ser tratado por uma mudança na resolução, seja por filtros que tratam diretamente o pixel, seja pela aplicação de níveis<sup>1,2</sup>.

Outro problema que ocorre na hora de se utilizar gráficos de outras tecnologias é que estes são de caráter multicanal e, portanto, devem ser convertidos em espaços de cor RGB ou CMYK, o que deve ser feito de forma correta, pois em caso contrário podem ocorrer grandes diferenças nas tonalidades das cores resultantes. Além disso, estes canais podem ser de qualquer cor cerâmica disponível, o que neste momento não é possível com a impressão digital, e provavelmente algumas cores originais não podem ser reproduzidas. Deste modo, não há qualquer solução possível, pois não se podem reproduzir cores que estão além do espectro de cores reprodutíveis pelas máquinas<sup>2-4</sup>.

Este problema poderá ser solucionado graças à pesquisa e desenvolvimento de novas tintas compatíveis com os cabeçotes de impressão digital, que sendo mais puras poderiam resultar em uma maior gama de cores reprodutíveis sob um prisma colorimétrico.

#### 2.2. Digitalização das imagens

Com relação aos novos gráficos desenvolvidos diretamente para a tecnologia digital, dada a capacidade de resolução destas máquinas, os dados de partida devem ser da maior qualidade possível. Portanto, devem ser usados mecanismos de digitalização dos originais de alto rendimento. O escâner plano é uma boa opção quando o original não é excessivamente grande, mas cada vez mais os originais e as peças resultantes tendem a ser grandes, e então esta opção perde espaço em relação aos sistemas de captação por sensores CCD. Estes novos sistemas baseados em câmeras digitais são caros e, em alguns casos, podem ser inúteis se é necessário digitalizar originais de grande tamanho e o mecanismo de digitalização baseia-se no movimento do original e não do sistema de captação<sup>3,4</sup>.

O ITC pretende desenvolver um sistema de fácil utilização para a digitalização de grandes formatos sem os inconvenientes dos sistemas atuais, trabalhando em altas resoluções e resultando em arquivos de formato “raw” de alta qualidade. Este sistema permitirá a digitalização sem contato e por partes de grandes superfícies sem importar o peso nem o comprimento, convertendo-o no elemento mais atual e futuro a ser usado pelas empresas que fazem os gráficos originais.

#### 2.3. Gestão da cor

Após o surgimento da tecnologia digital de injeção de tinta cerâmica, pouco a pouco a gestão da cor tornou-se importante até converter-se imprescindível em qualquer fluxo de trabalho. Em primeiro lugar, devem ser feitas calibrações e perfis de todos os elementos que intervêm na visualização e produção da cor:

as ferramentas de digitalização (câmeras digitais ou escâner), os dispositivos de visualização (telas de computador) e as próprias máquinas de impressão. Os perfis de entrada descrevem os escâneres e as câmeras digitais. Os perfis de tela descrevem os monitores e telas de LCD. Os perfis de saída descrevem as impressoras e as máquinas de impressão<sup>4</sup>.

Para controlar as variações de um dispositivo concretamente os perfis devem ser mantidos atualizados, pois com o passar do tempo o comportamento do dispositivo muda, e é neste momento que se deve calibrar novamente o dispositivo. Se mesmo assim não se pode reproduzir seu comportamento inicial, deve-se realizar novamente o perfil. O perfil do dispositivo contém informação sobre as três variáveis principais que descrevem como se comporta o dispositivo: 1) espectro, a cor e o brilho dos corantes (primários); 2) intervalo dinâmico, a cor e o brilho do ponto branco e do ponto negro; 3) tonalidade, características de reprodução do tom dos corantes<sup>3</sup>.

Com os perfis criados e instalados, já é possível iniciar o fluxo de trabalho, onde primeiramente deve-se dar significado de cor aos arquivos que são abertos, atribuindo-lhes o perfil da ferramenta de digitalização adequada. O passo seguinte é a normalização das cores, transformando a imagem em um espaço de cor de trabalho RGB. Independentemente de qual for o espaço eleito, em um departamento de design todos os equipamentos devem dispor do mesmo RGB de trabalho para manter uma coerência nas ações de correção e também para permitir um trabalho colaborativo<sup>3,4</sup>.

Os espaços de cor (os perfis) devem ser maiores que os espaços de cor finais, para evitar perdas de cores. Isto nem sempre é possível, mas nem por este motivo devem ser usados espaços de cor de captura RGB como espaços de cor de trabalho, pois estes não são uniformes nem estão prontos para serem trabalhados. Todos os aplicativos que administram cor permitem estabelecer perfis predeterminados para espaços RGB e CMYK, mas se são usados vários aplicativos deve-se assegurar que todos utilizam os mesmos perfis predeterminados. Pela experiência do ITC o Adobe RGB 1998 e o Apple RGB são apontados como bons perfis de trabalho, extensos e com bons balanços entre cinzas.

A escolha de um propósito adequado de interpretação para o gráfico e o uso de compensação de ponto negro assegura que o negro de origem sempre seja traçado como negro de destino. A utilização da compensação de ponto negro evita os seguintes problemas: a) se a origem tem um ponto negro inferior ao ponto negro de destino, todos os valores da origem mais escuros que o destino recortam o negro, destruindo os detalhes nas sombras; b) se a origem tem um ponto negro superior ao ponto negro de destino, a cor convertida não contém negros verdadeiros, e o resultado parece descolorido<sup>1,3</sup>.

#### 2.4. Formatos de arquivo e revelação "raw"

A partir de originais digitalizados com câmeras fotográficas podem ser obtidas imagens no formato "raw" ou por escâneres podem ser obtidos documentos "tiff". A principal diferença entre estes formatos é que o "raw" é um formato de arquivo digital de imagens que contém a totalidade dos dados da imagem como foi capturada pelo sensor digital da câmera fotográfica. Quando se utiliza o "raw" a câmera não realiza pós-processamento, pois se limita a armazenar a informação na memória<sup>4,5</sup>.

Ao se fotografar em "raw" dispõe-se de um maior controle sobre o aspecto da imagem, sendo possível corrigir aspectos como a exposição, o balanço de brancos, o contraste, a saturação e a calibração dos distintos canais de cor, tudo sem perda de informação. Para se realizar estes ajustes é necessário um aplicativo específico para processar os arquivos "raw" por revelação digital e convertê-los em "tiff" para sua posterior impressão<sup>4</sup>.

É fundamental o conhecimento sobre a morfologia do histograma para realizar a captura da imagem assim como sua revelação e

ajustes para a impressão digital. Primeiramente deve-se partir de uma boa distribuição de tons na captura em "raw". Um histograma ilustra em um gráfico como estão distribuídos os pixels da imagem, mostrando a quantidade de pixels em cada nível de intensidade de cor. O histograma indica se a imagem contém detalhes suficientes nas sombras (parte esquerda do histograma na Figura 1), os tons médios (no centro) e as iluminações (na parte direita) para realizar uma correção adequada<sup>4</sup>.

Existe uma relação muito clara entre a forma de um histograma e a qualidade de uma imagem, devendo-se controlar todos os ajustes da revelação básica para dar forma ao histograma da imagem e conseguir uma boa qualidade da imagem para a impressão. O histograma de saída deve assemelhar-se a uma curva de Gauss (tipo sino), estendendo-se até ambos os extremos como um mínimo, com menos informação nos extremos que no segmento central, tendo sempre branco e negro.

A revelação digital inicia-se com o ajuste dos parâmetros básicos de luz e cor<sup>4,5</sup>:

- Exposição: Ajusta o ponto branco, o nível dos brancos;
- Recuperação: Permite salvar luzes altas aparentemente queimadas;
- Negros: Controla o ponto negro, o nível de negros;
- Brilho: Redistribui a informação, clareando ou escurecendo a imagem sem alterar o ponto negro e o ponto branco;
- Luz de preenchimento: Ilumina as sombras respeitando o ponto negro;
- Contraste: Adiciona contraste nos tons médios sem alterar o ponto branco e o ponto negro; e
- Balanço de brancos: Varia a temperatura da cor da imagem, assim como a matiz.

A revelação segue com ajustes mais avançados de clareza e intensidade<sup>4,5</sup>:

- Paleta curva de tons: Permite ajustes finos no histograma;
- Clareza: Com valores positivos adiciona micro contraste às regiões que tenham textura, dá volume ou realça a imagem;
- Intensidade: Saturação inteligente, apenas afeta as cores pouco saturadas, protegendo em especial os tons de pele; este ajuste é equivalente à camada de ajuste com intensidade = 50 no Photoshop; e
- Saturação: Saturação de cor em toda a imagem, sendo pouco recomendável este ajuste.

O fluxo de revelação em imagem "raw" é dado pela Figura 2.

#### 2.5. Preparação da imagem para impressão

A preparação final da imagem dependerá de vários fatores como o destino final, o tamanho da saída, o enfoque da imagem e o perfil de saída. Uma vez revelada, a imagem "raw" é guardada em formato

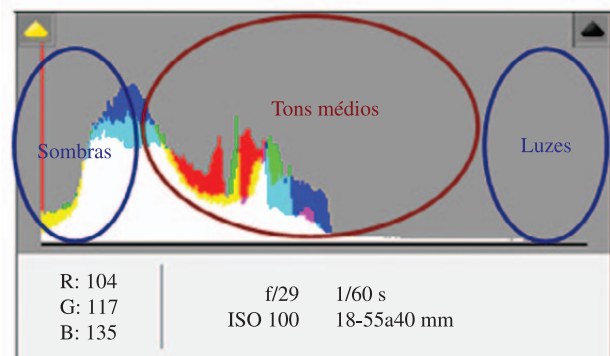
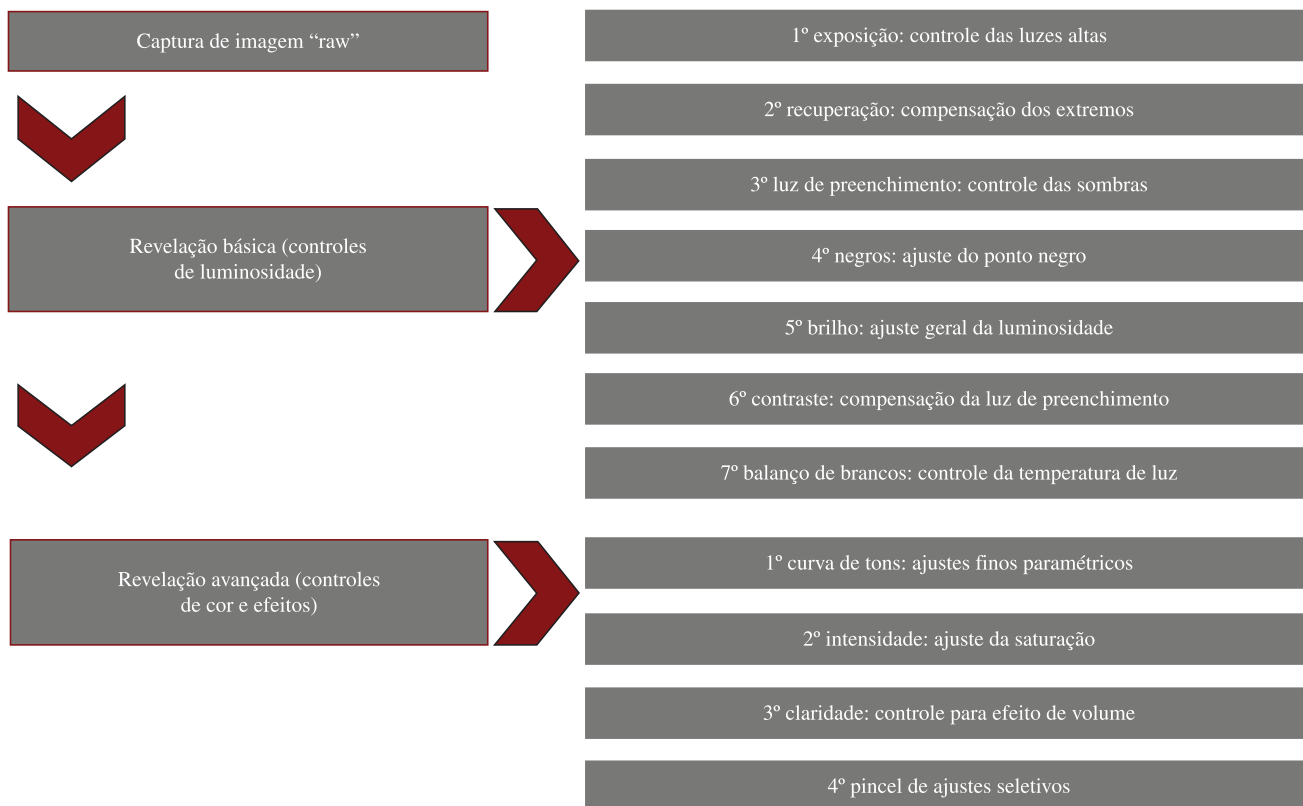


Figura 1. Histograma.



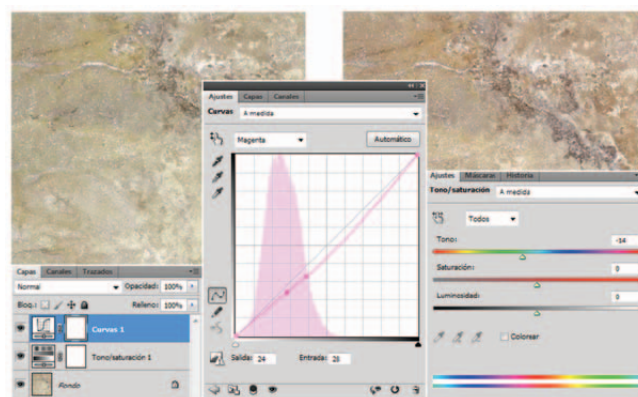
**Figura 2.** Fluxo de revelação para imagem em formato “raw”.

“tiff”, mesmo formato de arquivo das imagens digitalizadas por escâneres planos. A partir destes arquivos inicia-se o tratamento dos ajustes em Photoshop, realizando-se todas as manipulações da imagem por camadas de ajuste<sup>4,5</sup>.

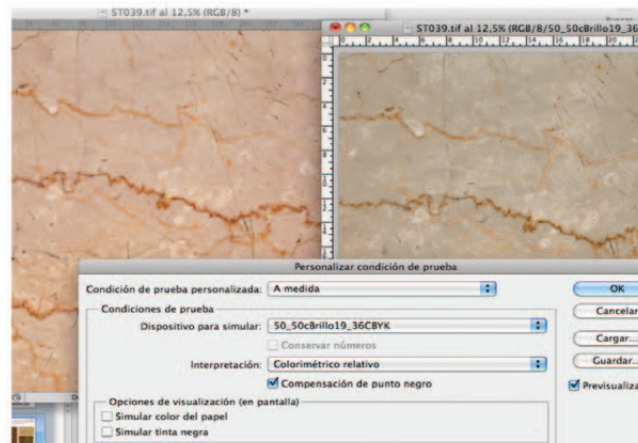
Com os ajustes dos níveis e curvas as intensidades dos tons são modificadas. Deve-se salientar que a escolha de um ajuste é muito importante, pois as curvas proporcionam até 14 pontos de controle para ajustes de iluminação, tons médios e sombras em canais individuais, enquanto que o quadro de diálogo no Photoshop denominado “níveis” somente inclui três ajustes, ponto branco, ponto negro e gama. As curvas são de grande utilidade quando se pretende modificar a luz em um intervalo tonal sem modificar as demais cores, ou seja, quando em um histograma quer-se dar contraste sem estender os extremos, o branco e o negro. Outra funcionalidade útil do quadro de diálogos “curvas” no Photoshop também é a de realizar ajustes exatos nos canais individuais de cor de uma imagem, sendo possível guardar os ajustes do quadro de diálogos “curvas” como ajustes preestabelecidos (Figura 3).

Com o controle de tom e saturação pode ser realizada a correção com camadas de ajuste para preencher uma imagem com o tom desejado, desviando-a do tom original depois da impressão ou em caso de preparar as diferentes tonalidades da série do produto cerâmico. Durante esta fase são realizados os ajustes de criação de tonalidade e a modificação dos gráficos. Deve-se usar a pré-visualização (Figura 4) para verificar como ficará impressa a peça em função dos perfis de impressão, selecionando o modo de impressão mais adequado, colorimétrico relativo, colorimétrico absoluto ou perceptual, de modo que os designers possam ter uma ideia aproximada de como será o gráfico antes de passar para a produção real.

Em alguns casos, dependendo das características da imagem a ser impressa ou do tipo de cabeçote da máquina, os injetores podem gerar riscos durante a impressão. Em algumas situações a falta de alimentação contínua nos cabeçotes gera riscos por ausência



**Figura 3.** Camadas de ajuste tipo “curvas” e “tom de saturação” no Photoshop.



**Figura 4.** Pré-visualização da imagem com perfil, no Photoshop.

de tinta. Em outras, o uso de tramas muito finas e contínuas para impressão de escalas de cinzas gera gotas de mesmo tamanho, imprimindo pontos de mesmo tamanho e mesma orientação, o que dá um efeito ótico de riscos. Por isto é importante comprovar os canais que formam a imagem, controlando tanto os canais com intensidades muito planas como os canais com muita intensidade de cor, efetuando-se correções para evitar estes problemas. Esta correção consiste normalmente em clarear, ou seja, diminuir a intensidade dos canais ou zonas afetadas e mesmo gerar ruído com certo desfoque para o caso de tramas muito planas<sup>3-5</sup>.

## 2.6. Gestão de arquivos

Uma vez que as modificações sejam aceitas, as imagens são armazenadas em arquivos com formatos que não destruam as informações de cor, que podem ser “tiff” ou “psd” (formato proprietário do Adobe Photoshop), sendo o último a melhor opção se foram realizados ajustes por camadas. Não é uma boa prática guardar os gráficos em arquivos com formato “jpg”, mesmo que configurado com a máxima qualidade, pois sempre ocorrerão perdas na precisão das cores armazenadas devidas aos algoritmos usados para a compressão da imagem.

Posteriormente, para enviar o arquivo para impressão a imagem é convertida do modo RGB para o modo CMYK do perfil de impressão da máquina, gerando um CMYK que é arquivado com formato “tiff” acoplando as camadas que existirem, deixando as imagens preparadas para as provas de impressão. É conveniente revisar a imagem resultante da conversão da cor ao perfil desejado para comprovar que cada um dos canais tem as intensidades requeridas pela máquina de impressão e assim poder evitar falhas de impressão produzidas pela imagem<sup>3-5</sup>.

## 2.7. Validação da imagem impressa

Uma vez impresso o gráfico comprova-se se está correto ou se não é válido para a produção final. Nesta fase avalia-se se a reprodução dos tons é satisfatória e se devem ser realizados novos ajustes necessários para corrigir os desvios. Se aparecem riscos na decoração devidos a um mau gerenciamento do design do gráfico, deve-se retornar à fase de design e modificar aqueles canais da imagem que estão demasiado planos e assim possam produzir estes erros na máquina.

## 2.8. Esquema do fluxo de trabalho

As Figuras 5, 6 e 7 mostram um esquema de fluxo de trabalho para produzir uma cerâmica reproduzindo madeira. A Figura 5 mostra o design cerâmico adaptado ao processo de impressão digital, a Figura 6 mostra as condições para impressão digital a partir de um design cerâmico e a Figura 7 mostra a preparação da imagem para impressão digital do design cerâmico.

## 2.9. Melhoria no rendimento das máquinas: linearização

A linearização consiste em modificar o comportamento da máquina de modo que a densidade real dos pontos impressos coincida com a densidade do pixel no canal digital, ou seja, ao se enviar para impressão uma densidade do canal amarelo de 20%, na peça devem ser impressos efetivamente 20%, nem mais nem menos. Para comprovar o estado de uma máquina com relação a este aspecto devem ser realizadas provas, que devem ser medidas para ver as curvas de ganho de cada canal, e estes resultados estão relacionados diretamente à base utilizada, à resolução e à temperatura de queima.

No ITC foi realizado um estudo usando um plotter de impressão tipo jato de tinta com quatro cores, ciano, amarelo, magenta e

Como fazer uma cerâmica reproduzindo madeira

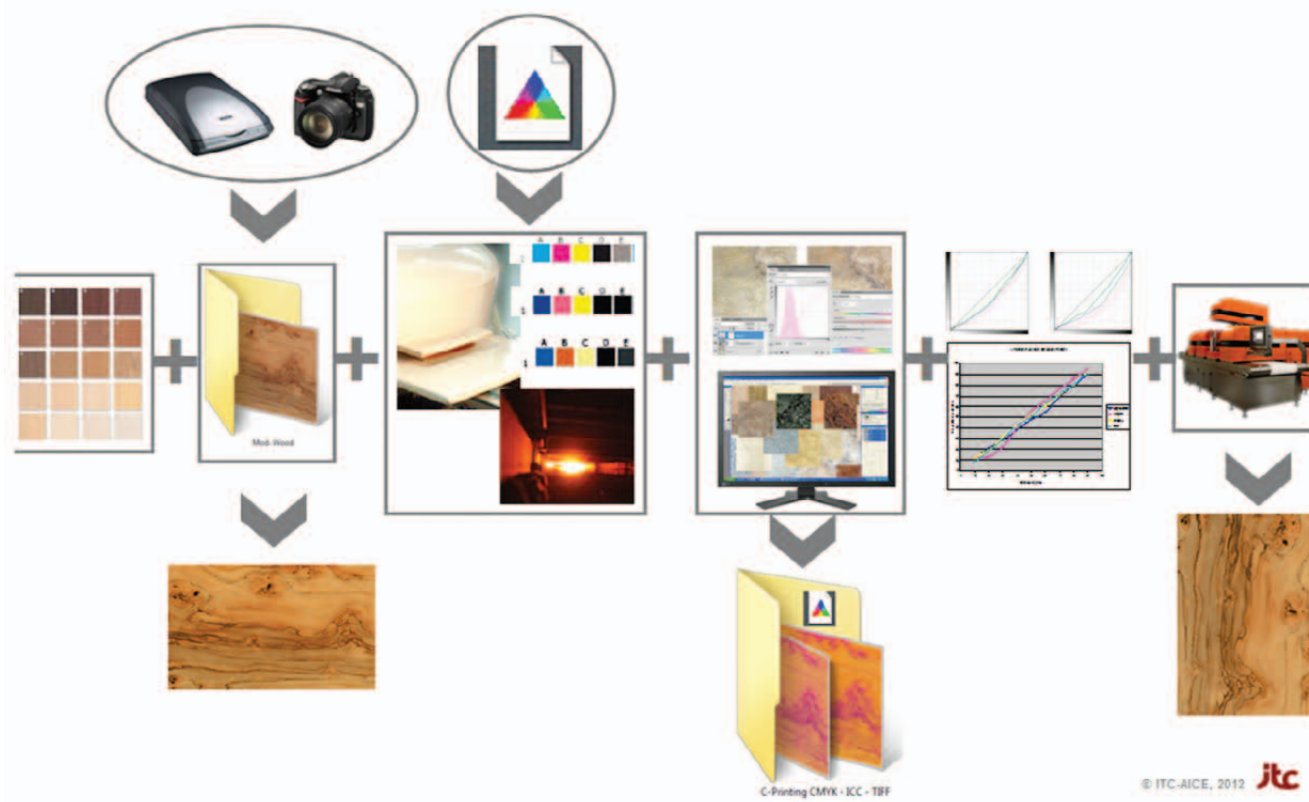


Figura 5. Design cerâmico adaptado ao processo de impressão digital.

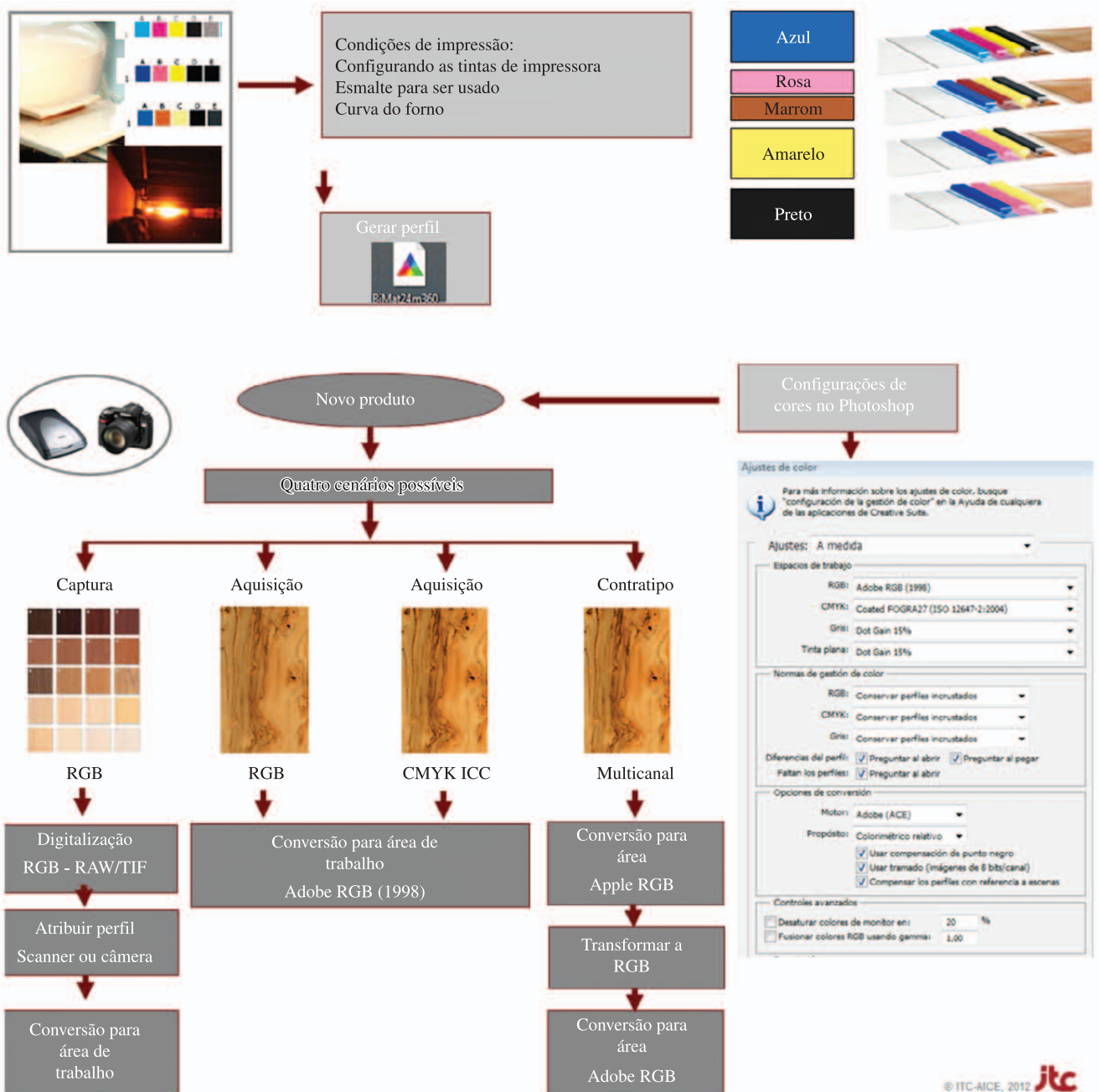


Figura 6. Condições para impressão digital de um design cerâmico.

marrom. A imagem de controle gerada para o estudo imprime manchas dos quatro canais a intervalos de dois pontos percentuais. Esta carta de teste, uma vez impressa com perfis e sem nenhum tipo de modificação e queimada à temperatura estipulada resulta em uma peça cerâmica preparada para que sejam realizadas as leituras de densidade.

Uma vez lidas as densidades dos diferentes canais são obtidas as curvas de ganho de cada canal. Estas curvas devem ser compensadas por suas contracurvas correspondentes para linearizar a impressão e obter uma impressão adequada em cada densidade. Para calcular as contracurvas primeiramente foi desenvolvido um aplicativo que lê os dados lançados por um espectrofotômetro (eye-one Pro), realiza os cálculos pertinentes e os converte em arquivos tipo “acv” que representam as curvas de correção que podem ser aplicadas na fase de design pelo uso do Photoshop.

Durante as provas iniciais observou-se que os resultados do aplicativo podem ser melhorados por um ajuste fino manual das contracurvas, dando melhores resultados. Atualmente o ITC está trabalhando em uma nova versão do aplicativo que permite um resultado automático melhorado. Como se pode observar, a impressão sem linearização (Figura 8) produz uma diferença entre a densidade impressa e a densidade medida (real), o que provoca uma perda dos valores médios, um aumento no consumo de tinta e um possível “máximo de tinta” menor do que é capaz de aceitar o suporte. O “máximo de tinta” é o melhor resultado que pode ser obtido com o mínimo consumo de tinta.

Os resultados da Figura 9 mostram uma melhora na relação entre a densidade impressa e a densidade medida. Esta melhora foi obtida aplicando ao design as contracurvas de correção geradas automaticamente pelo aplicativo, Figura 10. A maior correção foi

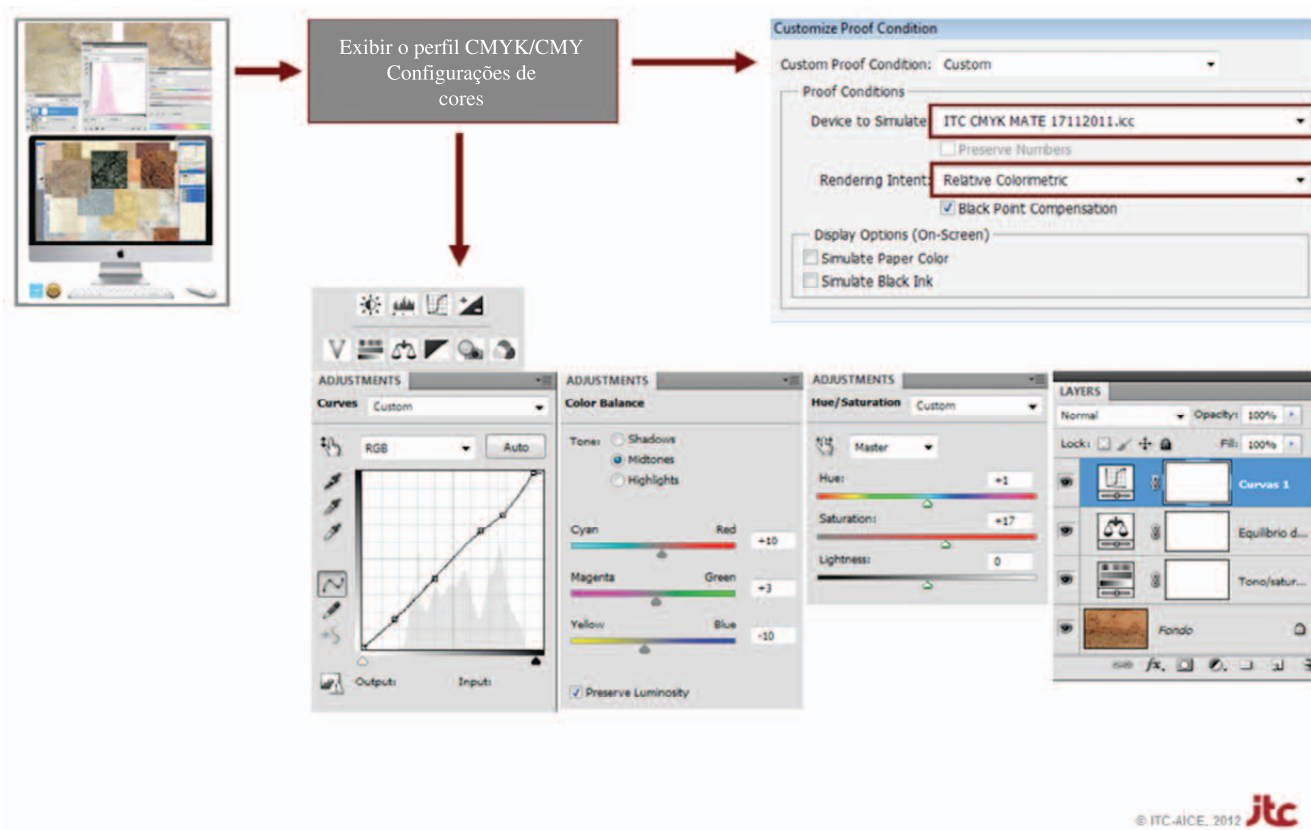


Figura 7. Preparação da imagem para impressão digital.

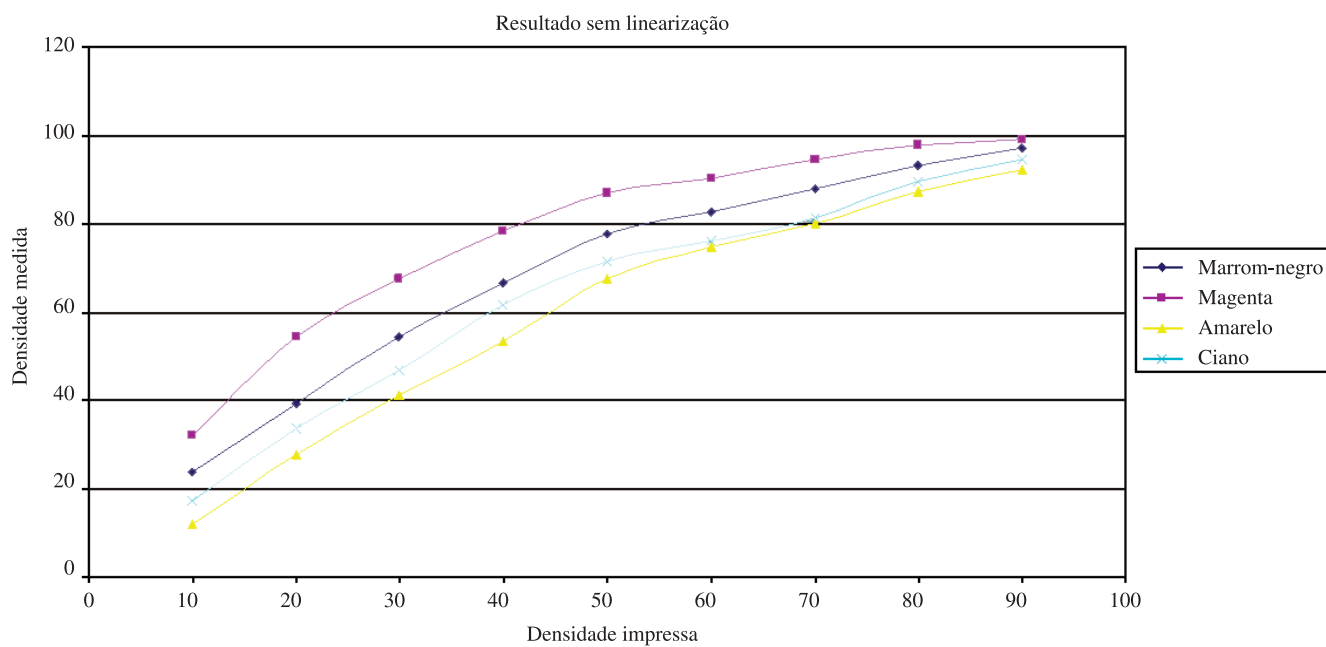


Figura 8. Resultados da impressão sem linearização.

realizada no canal magenta, pois é uma tinta que “expande” e rende muito, sendo necessário um maior controle nesta tinta.

Além disto, como se pode observar, não é necessário imprimir com 100% de densidade no magenta para se obter uma medição de máxima densidade, sendo assim possível uma impressão com menor quantidade desta tinta, com conseqüente economia associada.

Estes bons resultados podem ainda ser melhorados por um ajuste manual das contracurvas, baseando-se nos resultados obtidos automaticamente. A Figura 11 mostra as contracurvas com ajuste refinado, resultado dos processos automático e manual consecutivos, e a Figura 12 mostra os valores obtidos na impressão com as curvas aplicadas.

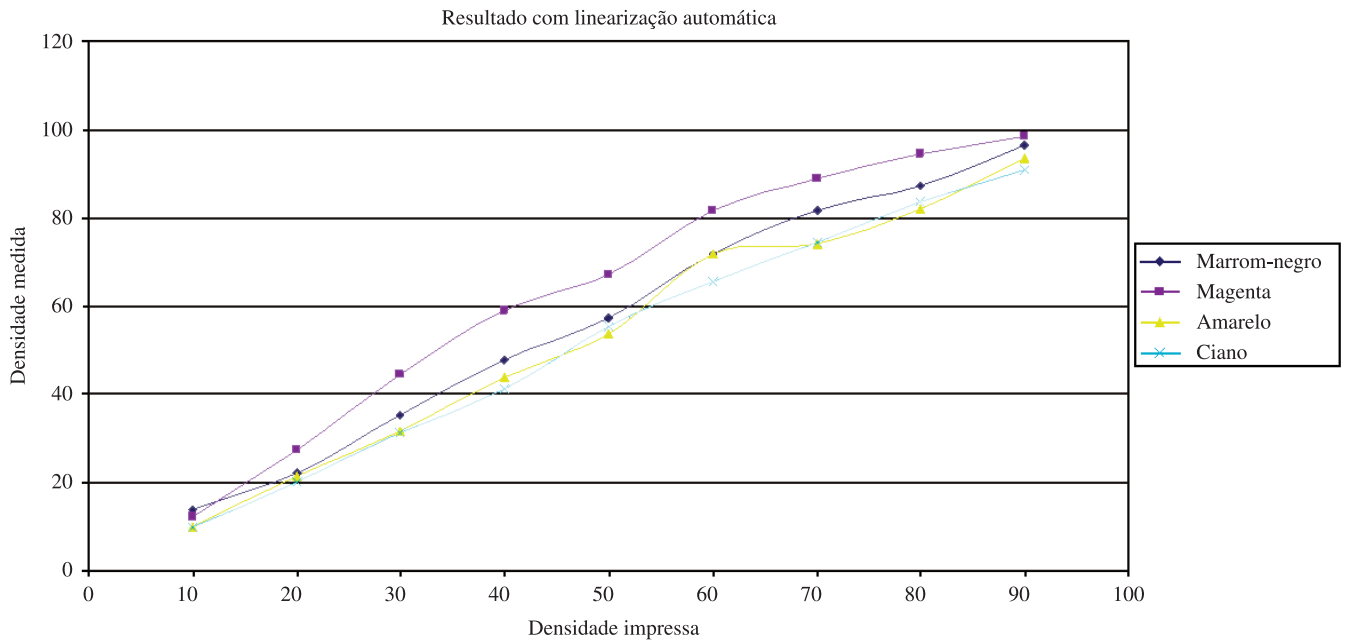


Figura 9. Resultados da impressão com linearização automática.

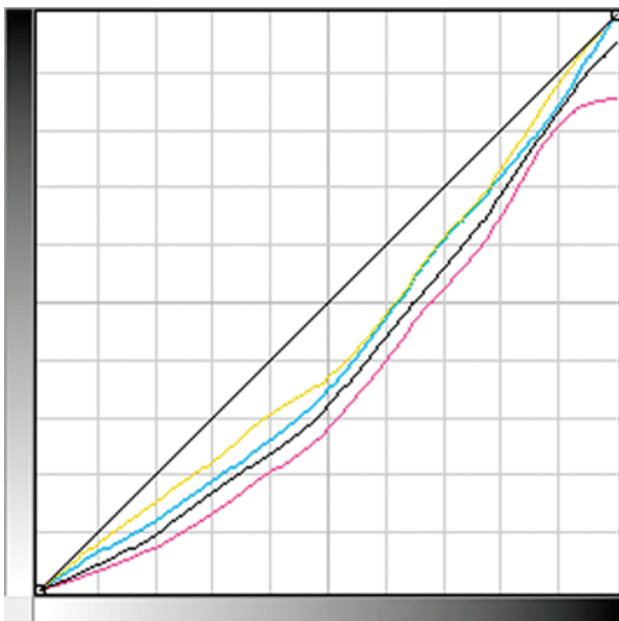


Figura 10. Contracurva automática.

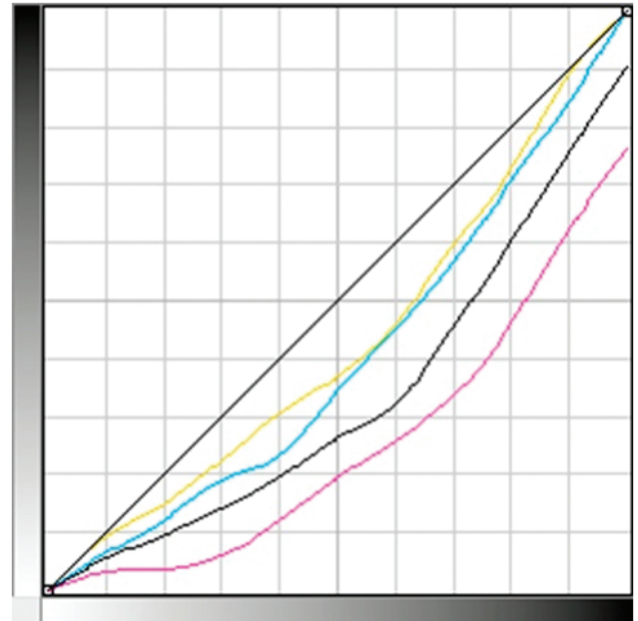


Figura 11. Contracurva refinada.

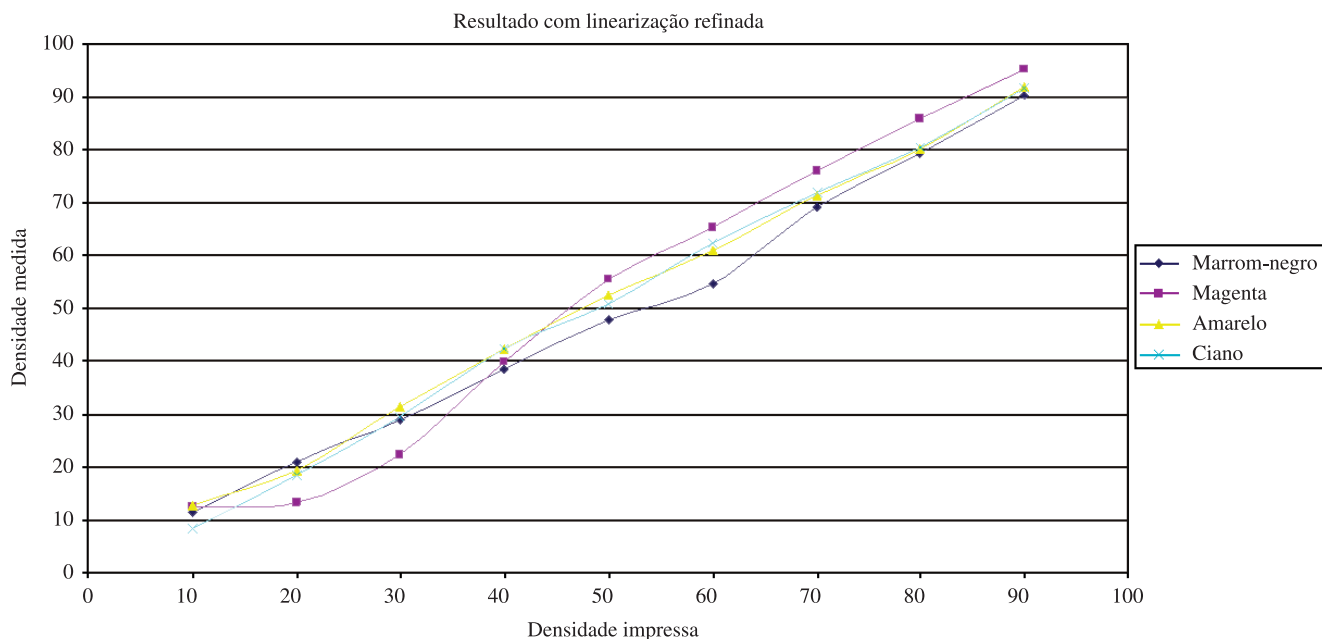


Figura 12. Resultados da impressão com linearização refinada manual.

### 3. Conclusões

Existem muitos fatores que podem afetar a reprodução dos tons de gráficos desenvolvidos, desde o rendimento das tintas utilizadas, a interação com o vidro de base, a temperatura de queima e a resolução de impressão. Todos estes fatores devem ser levados em conta na determinação dos perfis adequados para cada situação e estes devem ser aplicados corretamente na fase de design. Foram mostrados os resultados quando se linearizam as curvas de impressão com o uso de um aplicativo específico.

O fato de que se está simulando uma impressão em quadricromia quando as tintas não representam as cores primárias reais (ciano, magenta, amarelo e negro) leva a uma série de problemas ao se trasladar a gestão de cor diretamente sem uma adaptação prévia ao setor cerâmico. O ITC está trabalhando neste sentido, criando perfis não só em quadricromia, mas também de multicanal com as cores reais utilizadas.

### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio oferecido pelas empresas fabricantes de impressoras digitais cerâmicas como Durst S.A. e Cretaprint S.L., bem como o apoio financeiro da IMPIVA e Fondos Feder.

### Referências

1. GREY, T. **El color en la fotografía digital**. Barcelona: Anaya Multimedia-Anaya Interactiva, Marcombo, 2005.
2. MELLADO, J. M. **Fotografía de alta calidad**. Artual, 2011.
3. REINHARD, E. et al. **Color imaging, fundamentals and applications**. A. K. Peters Ltd, 2008.
4. FRAISER, B.; MURPHY, C.; BUNTING, F. **Uso y administración del color**. Anaya Multimedia-Anaya Interactiva, 2003.
5. FAIRCHILD, M. D. **Color appearance models**. Wiley, 2005.