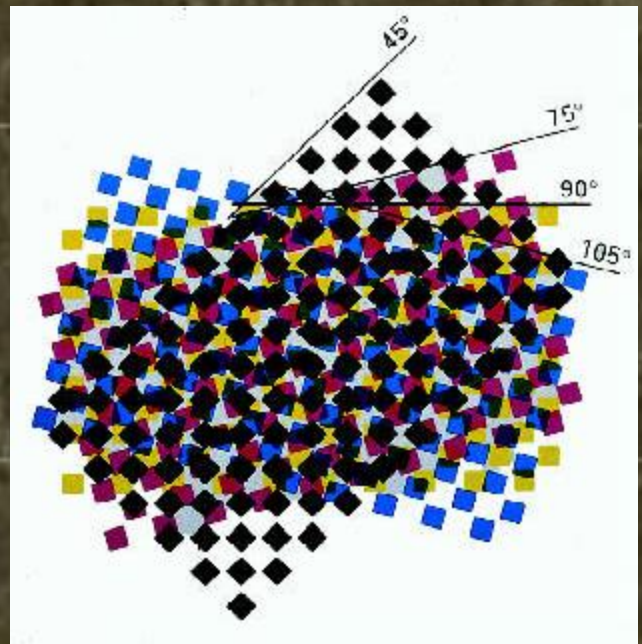


# fotolitografía



# Sumário

## Introdução

O processo de seleção de cores

Restrições do processo de reprodução fotomecânica

características dos suportes

características das tintas

características dos processos de impressão (resolução)

uniformidade de transferência da tinta

padrões de retícula

falhas de proporcionalidade e aditividade

distorções induzidas pela matriz de impressão

Restrições impostas pelos originais

fatores de tom e cor

fatores estruturais da imagem

Outros problemas da reprodução em cores

a resposta do *scanner* à cor

condições de visualização

A reprodução em cores

reprodução de tons

balanço de gris

correção de cores

qualidade da imagem

O processo de escaneamento

avaliação dos originais

informações da imagem

informações físicas

Acerto do *scanner*

calibragem da fonte de luz

acerto dos fatores físicos

calibragem do sensor de imagem

ajuste dos fatores tonais

acerto de correção de cores

controle de máscara de realce

### Processamento de imagens

imposição de imagens

retoque

ajustes de cor e tom

outras funções

### Reprodução e avaliação de imagens

reprodução em filme

filmes de tom-contínuo

filmes de meio-tom (com retícula de contato)

filmes de *scanner* EDG

### Cópia de matrizes

gravação eletrônica

gravação a laser e *electron beam*

exposição de chapas ofsete

### Prova digital

prova de vídeo

prova digital direta

### Avaliação

estrutura de imagem

valores tonais

falhas

provas

correções

# Fotolitografia

## Introdução

O processo de reprodução de textos e imagens sofreu, nos últimos anos, o impacto da evolução da eletrônica e, conseqüentemente, do desenvolvimento dos sistemas eletrônicos de editoração. A facilidade de operação destes sistemas e a intuitividade no tratamento de textos, imagens e páginas eletrônicas, entretanto, não anulou os antigos conceitos; ao contrário, somou a eles a possibilidade de realizar efeitos antes só possíveis em mãos de artistas e profissionais altamente especializados.

Os conceitos tradicionais de qualidade e criatividade não foram modificados. Apenas os recursos modernos tornaram mais rápido, mais prático e mais barato realizá-los, mesmo através daqueles que não detêm a perícia e a prática das artes gráficas, mas que reúnem conhecimentos técnicos a respeito dessa arte. Este trabalho procura conceituar as variáveis mais importantes que governam o processo de reprodução gráfica. O objetivo, aqui, é discutir as ferramentas necessárias à reprodução gráfica de imagens, coloridas ou não, com a máxima qualidade possível.

## O processo de seleção de cores

As cores que vemos são o resultado da ação combinada de fenômenos de reflexão, absorção, transmissão e refração da luz que incide sobre os materiais.

Quando luz incide sobre um material qualquer, esta pode ser totalmente refletida pela superfície (nesse caso, a cor observada é

igual à cor da luz), totalmente absorvida (neste caso, a cor resultante é nula, ou preta), ou parcialmente absorvida e refletida (nesse caso, a cor resultante dependerá da composição espectral da luz refletida pela superfície).

O padrão de iluminação adotado para as artes gráficas considera uma fonte de luz cuja temperatura de cor é de 5.000°K (branco).

Os papéis de impressão devem, idealmente, refletir completamente a luz incidente, ou seja: devem ser brancos. Visto de outro ângulo, podemos dizer que o papel, ou outro suporte branco, contém todas as cores que podem ser reproduzidas. As tintas de impressão equivalem a filtros que absorvem certos comprimentos de onda da radiação incidente, reproduzindo as cores intermediárias entre o branco e o preto.

A luz branca pode ser decomposta em suas componentes primárias – vermelho (R), verde (G) e azul (B), ou RGB. Combinações destas três primárias, em diferentes proporções, sintetizam todas as cores visíveis.

O processo de seleção de cores consiste em isolar as cores primárias de uma imagem original de modo que, ao ser recombinadas, reconstituam as cores originais. Esse processo pode ser realizado por meios fotomecânicos, através de filtros coloridos (vermelho, verde e azul), ou eletronicamente, através de *scanners* ou sistemas de seleção de cores.

As tintas de impressão (amarelo, magenta e ciano) têm a propriedade de filtrar parcialmente a luz incidente, de modo a reproduzir, sobre um suporte branco, as cores selecionadas do original. A tinta amarela filtra a luz azul, a tinta magenta filtra a luz verde, e a tinta ciano filtra a luz vermelha. Portanto, teoricamente, é possível reproduzir no papel as mesmas cores sintetizadas pela luz, a partir de três tintas primárias que agem como filtros.

## Restrições do processo de reprodução fotomecânica

Diversos aspectos da reprodução fotomecânica limitam a qualidade da reprodução final, dentre eles: as características do suporte, as propriedades das tintas, a resolução dos processos de impressão, a eficiência de transferência da tinta para o suporte, o padrão de reticulagem e as distorções ópticas que ocorrem durante os estágios da separação de cores e da cópia de chapas.

### características dos suportes

Se o suporte de impressão fosse perfeitamente branco (neutro), este refletiria 100% da luz incidente. Entretanto, mesmo os melhores papéis, raramente refletem mais do que 90% da luz, e o fazem de modo não balanceado, ou seja: refletem mais luzes vermelha e verde do que luz azul (portanto, são amarelados), ou refletem mais luz azul do que luzes vermelha e verde (portanto, são azulados). Esta imperfeição não é tão séria visto que a visão humana ajusta-se à luminosidade e às cores próximas do branco. Entretanto, papéis mais escuros (jornal) e menos brilhantes (papel não revestido) afetam o resultado.

A lisura e a textura do suporte influenciam a resolução da reprodução, especialmente em processos de impressão que não sejam o ofsete. Superfícies irregulares reduzem a densidade de reflexão, limitando o contraste e a qualidade da reprodução. O papel couchê permite reproduzir densidades próximas de 2.1 nas áreas sólidas de sobreposição das 4 cores, enquanto a máxima densidade obtida com papéis não revestidos é cerca de 1.30.

O brilho do suporte também afeta a aparência da reprodução. Brilho elevado reduz a dispersão da luz, aumentando a densidade máxima, aumentando a definição da reprodução e minimizando as distorções de cor do filme de tinta impresso.

Os requisitos ideais de brilho e lisura são difíceis de definir. Para reprodução de originais fotográficos, é desejável o maior brilho e lisura possíveis. Alguns impressos são envernizados ou plastificados a fim de reduzir o espalhamento da luz. Outros originais (aquarelas, por exemplo) reproduzem melhor em suportes foscos ou com pouco brilho; o mesmo se pode dizer de textos extensos em vista da fadiga que podem provocar devido ao brilho. Alguns artistas preferem superfícies texturizadas ou gofradas a fim de melhorar a qualidade tátil, mesmo sacrificando a saturação, a densidade e a resolução da reprodução.

A absorção é outra propriedade do papel que afeta a qualidade da reprodução impressa. Em geral, quanto maior a absorção, maior a distorção de tonalidade e saturação do filme de tinta impresso. A absorção e o brilho determinam a eficiência superficial do papel (PSE). A máxima PSE é obtida quando o suporte apresenta 100% de brilho e 0% de absorbância.

A printabilidade depende também das características de secagem e de resistência ao arrancamento; entretanto, as propriedades relevantes que afetam a reprodução em cores são: a refletância, a lisura, a textura, o brilho e a absorção.

### características das tintas

As tintas utilizadas nos processos de reprodução em cores devem, idealmente, refletir 2/3 das radiações do espectro visível; entre-

tintas/filtro	azul	verde	vermelho
amarelo	0.98	0.05	0.01
magenta	0.74	1.19	0.15
ciano	0.12	0.42	1.16
amarelo	1.60	0.00	0.00
magenta	0.00	1.60	0.00
ciano	0.00	0.00	1.60

tanto, os pigmentos usados nas tintas de es-cala, especialmente o ciano e o magenta, estão longe da condição ideal,

A maior variação é do pigmento magenta, devido ao custo. O pigmento rubi lithol é mais barato do que o rodamina, entretanto, apresenta maior erro de tom e menor luminosidade (% de gris). A quantidade de pigmento (concentração) também influencia as características da reprodução. Quanto maior a concentração, maior a saturação e a densidade alcançadas, além de permitir imprimir um filme mais delgado de tinta, minimizando o ganho-de-ponto e maximizando a transparência. Infelizmente, isto reduz o brilho do filme de tinta e pode ocasionar alguns problemas de printabilidade e desempenho, tal como arrancamento e encanoamento do papel, por exemplo.

Em geral, o brilho do filme de tinta impresso deve ser o maior possível na reprodução de originais fotográficos, visto que reduz a reflexão do suporte e aumenta a densidade. As exceções são as mesmas discutidas no item anterior.

Outra propriedade relevante é a transparência das tintas. Infelizmente, os filmes de tinta deveriam ser perfeitamente transparentes; entretanto, estas são parcialmente opacas e alteram as cores na direção da última cor sobreposta. Visto que as diferentes cores de tintas apresentam transparências relativas diferentes, é importante padronizar a seqüência de impressão: PCMA ou CPMA.

### **características dos processos de impressão (resolução)**

A resolução da imagem depende da natureza da superfície de impressão e da lisura do suporte. A superfície planográfica de uma chapa ofsete permite imprimir imagens de maior resolução do que qualquer outro processo. A blanqueta ofsete proporciona melhor resolução sobre suportes não revestidos do que os processos de impressão diretos, visto que esta conforma-se às irregularidades da

superfície e produz uma transferência eficiente da tinta.

O processo ofsete tem maior resolução do que a tipografia, a flexografia e a rotogravura porque as áreas de grafismo e de contra-grafismo não apresentam gravação química ou mecânica, assim como não têm o padrão das malhas de uma tela serigráfica.

<b>lineatura de retícula processo/suporte</b>	<b>lineatura (linhas/polegada)</b>
serigrafia/tecido	50
tipografia/jornal	65 - 80
serigrafia/suporte liso	85 - 110
flexografia	85 - 120
tipografia/cuchê (máquina)	100
ofsete/cuchê de máquina	120 - 133
tipografia/cuchê	133 - 150
rotogravura/todos	150 - 200
ofsete/cuchê	150 - 250

### **uniformidade de transferência da tinta**

Idealmente, a tinta deveria ser transferida completa e uniformemente para o suporte, isto é: a transferência deveria ser a mesma por toda a área de grafismo, e por igual sobre toda a superfície do suporte ou sobre outro filme de tinta previamente impresso.

O processo ofsete apresenta limitações em manter uniformidade perfeita desde a pinça até a contrapinça da folha, visto que utiliza tintas pastosas e devido à configuração do sistema de tintagem das impressoras. A secagem relativamente lenta das tintas ofsete e tipográficas resulta em aceitação imperfeita do filme de tinta sobre um filme previamente impresso, reduzindo o *gamut* de cores.

A uniformidade da impressão de folha para folha é mais difícil de manter no processo ofsete, devido ao balanço água-tinta. Por outro lado, os processos tipográfico, flexográfico e rotográfico exigem suportes mais lisos. A irregularidade

da superfície do suporte pode causar marmorização nas sombras ou pontos faltantes nas altas-luzes. A absorção desuniforme do suporte pode causar marmorização nas sombras, sobretudo nos processos flexográfico e rotográfico.

## **padrões de retícula**

A reticulagem empregada para transformar uma imagem de tom-contínuo numa imagem a meio-tom, causa a formação de padrões chamados moiré, reduzindo a resolução da reprodução relativa ao original. A combinação de ângulos que produz o padrão menos intenso – roseta – é: Y90°, M45°, C105°, K75°. A escolha exata, entretanto, depende das cores a ser reproduzidas.

O espalhamento lateral da tinta que ocorre na impressão rotogravura, sobre papéis absorventes, tende a “quebrar” a estrutura de retícula e produzir a aparência de tom-contínuo. Infelizmente, este espalhamento também reduz a resolução da imagem. Para outros processos, o padrão de retícula torna-se menos evidente com retículas de maior lineatura.

## **falhas de proporcionalidade e aditividade**

O processo de impressão de meios-tons apresenta falha de proporcionalidade, visto que os pontos de meio-tom não têm a mesma saturação das tintas sólidas. O problema é pior com retículas grosseiras e papel cuchê. Os tons claros exigem maior correção de cores do que os tons escuros, a fim de compensar a falha de proporcionalidade. A rotogravura convencional, onde a área das células é constante e a profundidade variável, não sofre de falha de proporcionalidade como os processos a meio-tom. Por outro lado, os valores tonais claros podem ser mais limpos do que os valores de tons escuros, porém isso raramente causa problemas.

A falha de aditividade ocorre quando a soma das densidades de duas cores primárias isoladas é diferente da densidade da sobreposição. Isto pode ocorrer em qualquer processo de impressão, e significa que os valores das duas cores sobrepostas apresentam diferentes requisitos de correção de cores em relação às cores sólidas isoladas. A maioria dos *scanners* possui recursos de correção para compensar falhas de aditividade.

## **distorções induzidas pela matriz de impressão**

De um modo geral, as matrizes de impressão têm pouca influência sobre as distorções das imagens. A maioria das chapas ofsete apresenta granulação fina; entretanto, se a granulação for grosseira, a chapa poderá causar a redução da resolução da reprodução. Com matrizes gravadas, tais como na flexografia, na tipografia e na rotogravura, os valores tonais mínimo e máximo são limitados pela estrutura cristalina do metal ou do plástico, e a consistência estrutural dos valores tonais individuais depende da pressão de impressão. Na tipografia, por exemplo, o mínimo ponto absoluto nas altas-luzes é um fator limitante dos valores tonais nas luzes. Este ponto de mínima tem, proporcionalmente, uma maior porcentagem de valor tonal para retículas de meio-tom de maior lineatura do que para retículas mais grosseiras. Na serigrafia, a estrutura do tecido da tela limita os valores tonais e a resolução da reprodução.

## **Restrições impostas pelos originais**

As características dos originais também limitam a qualidade da reprodução. Os problemas de qualidade devem-se ao excessivo intervalo de densidades, cores fora de gamut, ampliações ou reduções excessivas, granulação, balanço de cores incorreto, sobre ou subexposição e falta de foco.

## fatores de tom e cor

Alguns originais, particularmente as transparências coloridas, apresentam um *gamut* de cores, ou alcance tonal, que excede o *gamut* disponível nos processos de impressão. Nesses casos, o operador do *scanner* ajusta os controles a fim de conseguir a melhor qualidade possível, mas o resultado nunca iguala o original. A utilização de uma 5ª ou 6ª cor expande o *gamut* do processo de impressão e o aproxima do original.

O contraste das transparências pode ser reduzido usando-se luz suplementar durante a exposição inicial do filme. Luz suplementar é especialmente recomendada quando existem detalhes importantes de sombra no motivo a ser reproduzido.

O alcance de densidade dos impressos fotográficos é semelhante ao alcance de densidade da impressão sobre papel brilhante; conseqüentemente, estes originais raramente apresentam problemas de *gamut* de cores. As anilinas usadas para retocar os impressos ou transparências fotográficas devem ser compatíveis com as emulsões e com o processo de seleção de cores.

As transparências coloridas sobre ou subexpostas podem ser problemáticas. Os *scanners* podem ser ajustados para corrigí-los, mas o ajuste ideal pode demandar muito tempo visto que o processo é feito por tentativa e erro.

As transparências que apresentam balanço de cores incorreto, ou invasões de cor, provavelmente foram expostos a uma fonte de luz incompatível com a emulsão fotográfica. Os problemas de balanço de cores também podem surgir nos estágios de processamento. Isto pode ser corrigido sobrepondo-se filtros de correção de cores à transparência, em condições padronizadas de visualização de 5.000°K.

Não devem existir cores fora de *gamut* nos originais preparados por artistas. O projetista gráfico deve consultar uma tabela de cores, e escolher apenas aquelas cores que estiverem dentro do alcance tonal da tabela.

## fatores estruturais da imagem

A granulação do original depende da velocidade da emulsão fotográfica e do processamento do filme. Grãos mais finos são obtidos com filmes de menor velocidade (Kodachrome 35 mm 25 ASA/ISO). Os fotógrafos precisam, às vezes, empregar filmes de maior velocidade para capturar uma ação e, conseqüentemente, devem aceitar maior granulação.

A causa de originais sem realce resulta da falta de foco ou do movimento da câmara durante a exposição. Pouco pode ser feito para corrigir os problemas de falta de realce durante o processo de seleção de cores. O emprego de maior velocidade do obturador ou tripé podem ajudar. A falta de realce aparente e a granulação do original fotográfico são ampliados quando a reprodução é ampliada. Ampliação excessiva de desenhos originais pode enfatizar marcas de pincel, retoques e outros detalhes indesejáveis.

A redução do original na reprodução minimiza a granulação e a falta de realce, mas os detalhes finos, principalmente os traços finos dos desenhos, são perdidos quando a redução é excessiva. Idealmente, a reprodução deve ter tamanho próximo do original.

## Outros problemas da reprodução em cores

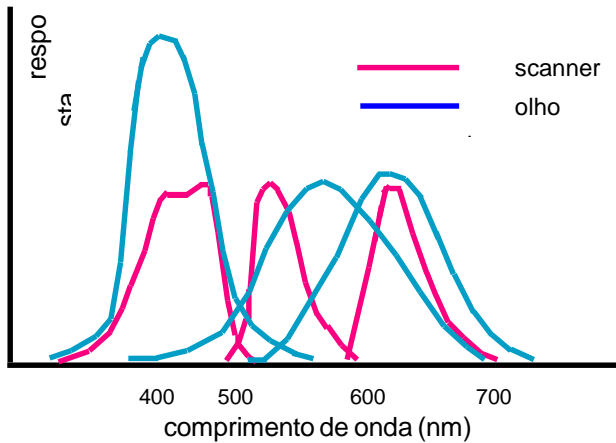
As imperfeições dos processos de impressão e a qualidade do original limitam a qualidade da reprodução, somado a outros problemas que incluem: as condições de visualização e a resposta do sistema de separação de cores (sinal gerado pelo *scanner* quando o sistema óptico é focalizado numa determinada cor).

### a resposta do *scanner* à cor

A maioria dos sistemas de seleção de cores “vêem” as cores do original diferente-



mente do olho humano. Este problema é particularmente perceptível com originais pintados e fotografias retocadas. Diferentes tipos de filmes coloridos transparentes, contendo cores visualmente idênticas, reproduzem diferentes cores na maioria dos sistemas de seleção de cores.



A principal causa de distorções de cores visualmente idênticas, é que as curvas espectrofotométricas das cores não são idênticas. Cores que apresentam curvas espectrofotométricas diferentes podem parecer idênticas sob um determinado iluminante, mas não sob outro. Isto é chamado de metamerismo e as cores são chamadas de metaméricas. Pela mesma razão, duas cores podem parecer visualmente idênticas mas exigir diferentes seleções de cores.

A resposta de um *scanner* às cores é função da sensibilidade espectral da sua célula fotomultiplicadora, ou do CCD, da absorção característica das objetivas, prismas, espelhos, filtros e das características espectrais da fonte de luz. Estas características variam de *scanner* para *scanner*.

Se os filtros de seleção de cores de um *scanner* forem selecionados para reproduzir uma resposta semelhante à do olho humano, diz-se que os filtros têm um elevado fator de qualidade colorimétrica, ou fator colorimétrico. Um filtro com fator de qualidade colorimétrica ideal ( $q = 1.0$ ) produz a mesma resposta do olho. Infelizmente, valores elevados de  $q$

tendem a resultar em baixa eficiência de separação, necessitando correções extras de cores. O equilíbrio entre o fator de qualidade colorimétrica e a eficiência de separação de cores é obtido através de dois métodos: um método consiste em escolher filtros com elevada eficiência de separação de cores e providenciar uma série de 24 (ou mais) controles de correção seletiva de cores para corrigir os problemas causados pelos baixos valores  $q$ ; outro método é usar filtros de alto valor  $q$  e empregar as equações de Neugebauer, em vez de equações de mascaramento, para calcular os valores de ponto desejados.

### condições de visualização

As condições de visualização do original e da reprodução afetam em muito a percepção da qualidade da reprodução e, por isso, a fonte de luz deve ser padronizada para uma temperatura de cor de 5.000°K. As condições de intensidade da fonte de luz, transmissão x reflexão, efeito de adjacência e diferenças de tamanho entre o original e a reprodução, também podem causar problemas.

É possível fazer uma transparência parecer um impresso opaco, e vice-versa, colocando-se uma moldura clara em torno da transparência, acertando-se a intensidade da fonte de luz do visor de transparências e da cabine de reflexão, e ajustando a intensidade da luz ambiente. Por exemplo: intensidade padrão do visor de transparências igual a  $1.400 \pm 300$  candelas/m<sup>2</sup> e nível de iluminação para impressos de reflexão igual a  $2.000 \pm 470$  lux. A transparência deve ter uma moldura neutra.

O padrão de luminância ANSI especifica 10% da superfície do iluminador. Para impressos, uma moldura gris cobrindo 1/3 da área total. Influências estranhas, tais como paredes, janelas e pisos devem ser neutralizados.

As diferenças de tamanho fazem as imagens maiores parecer mais claras do que as

imagens menores. Isto pode ser minimizado observando-se ambas em diferentes distâncias. Para uma dada curva de reprodução, a ampliação tende a clarear os tons médios, e a redução tende a escurecê-los. Portanto, deve-se usar diferentes curvas de reprodução conforme a ampliação.

Em geral, existem poucos problemas quando se compara originais de reflexão com reproduções impressas. O ângulo de observação deve ser ajustado para evitar o brilho. A comparação de originais transparentes com a imagem do monitor de visualização de sistemas de DTP é relativamente simples, visto que ambos emitem luz transmitida. Por outro lado, os impressos opacos são problemáticos devido à falta de condições padronizadas de visualização em monitores de vídeo. Os operadores de *scanner*, operadores de sistemas de tratamento de imagens, vendedores e gerentes de produção, devem estar cientes de que as condições de visualização afetam a qualidade. Por isso, deve-se fazer um esforço de padronização.

## A reprodução em cores

Uma vez conhecidas as limitações e restrições da impressão em cores, o próximo passo é determinar as variáveis do processo de seleção de cores que resultem numa reprodução otimizada. Os objetivos-chave da reprodução em cores incluem: a reprodução de tons, o balanço de gris, a correção de cores e a qualidade da imagem.

### reprodução de tons

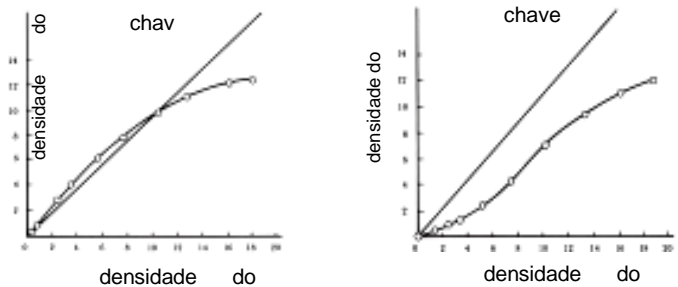
A relação entre as densidades do original e as densidades da reprodução é o aspecto mais importante da qualidade da reprodução em cores. Em muitos casos, particularmente para originais transparentes, o alcance de densidade do original ultrapassa o máximo alcance de densidade alcançável no processo de impressão. O requisito básico na reprodu-

ção é estabelecer a melhor compressão das densidades do original para resultar numa qualidade consistente.

Se, por exemplo, uma transparência colorida original tem um alcance de densidade de 0,40 – 3,40, e a máxima densidade da tinta impressa sobre papel é 1,90, o alcance de densidade do original deve ser comprimido em 1,10. Esta compressão deve ser uniforme, enfatizando as altas-luzes ou as sombras, ou apresentar outras características.

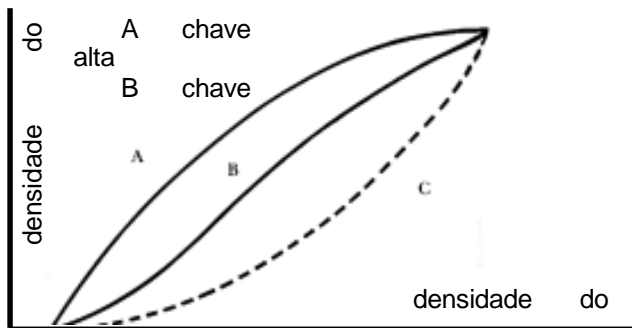
A curva ótima de reprodução de tons é diferente para diferentes originais e diferentes pessoas. Para propósitos práticos, é necessário acertar as curvas para satisfazer a maioria das pessoas, na maioria das vezes.

Para originais preto-e-branco, por exemplo, é necessário considerar a condição dominante. Se 90% da informação do original fotografico localizar-se entre 1.15 e 1.95 de densidade, este é classificado como chave baixa (*low key*); se encontrar-se entre 0.15 e 0.95, é chamado de chave alta (*high key*); se a distribuição de densidade for uniforme, é chamado de chave normal (*normal key*). Pesquisas concluíram que a curva de reprodução que enfatiza a **área de interesse** da fotografia, proporciona o melhor resultado. As áreas de interesse dessas fotografias são reproduzidas num gama = 1.0.



O papel da seleção do preto na impressão em cores é aumentar o contraste da reprodução, especialmente nas áreas escuras. O preto também escurece certas áreas coloridas muito claras. Por exemplo: a diferença de densidade entre uma tricromia e uma quadricromia chapadas é de 0.70. O preto es-

queleto expande a possibilidade dos detalhes tonais nas áreas de sombra; entretanto, não deve ser empregado nos processos tipográfico e flexográfico, visto atingir toda a área de grafismo.



Quando se usa UCR ou GCR a escala do preto é ampliada., além de melhorar a aceitação das tintas umidas e reduzir o custo. A maior desvantagem do UCR e do GCR é a perda de densidade nos tons escuros. Os níveis mais comuns de UCR e GCR encontram-se entre 45% e 55%. Os ajustes de reprodução de tons para altas porcentagens de ampliação ou redução foram sugeridos por Ralph Girod (para as meias-tintas).

escala de reprodução	alteração dos pontos nas meias-tintas
20	reduzir 15%
40	reduzir 10%
60	reduzir 5%
80	reduzir 3%
100	não alterar
600	aumentar 5%
1000	aumentar 7%
1500	aumentar 9%
2000	aumentar 10%

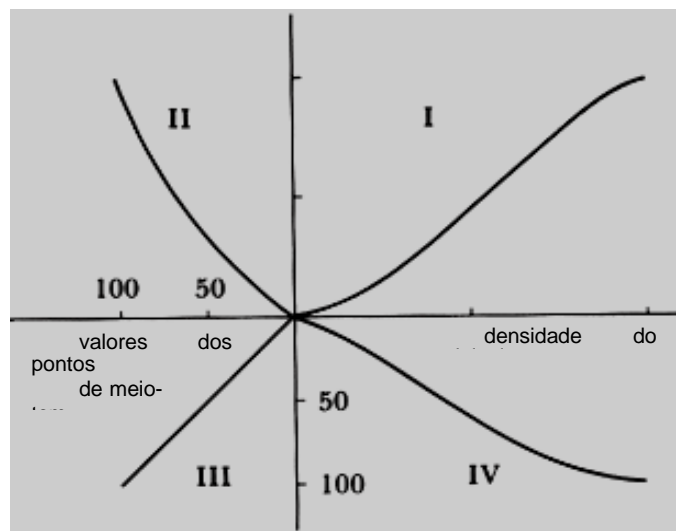
Outro aspecto da reprodução de tons considera a correlação de transparências sobre ou subexpostas. Um critério para reconhecer se a transparência foi corretamente

exposta, é medir a densidade das altas-luzes. Pode-se ajustar a gradação do scanner para reproduzir separações sobre ou subexpostas, originando resultado idêntico àquele produzido com originais normalmente expostos.

transparência	exposição	densidade das altas luzes	densidade dos blocos da escala de Jones					
			1	2	3	4	5	6
1	+ 2	0.12	16	23	45	78	10	06
2	+ 1	0.23	23	34	65	12	60	56
3	normal	0.32	37	54	99	64	19	86
4	- 1/2	0.37	45	67	21	00	51	95
5	- 1	0.43	56	79	36	22	65	93

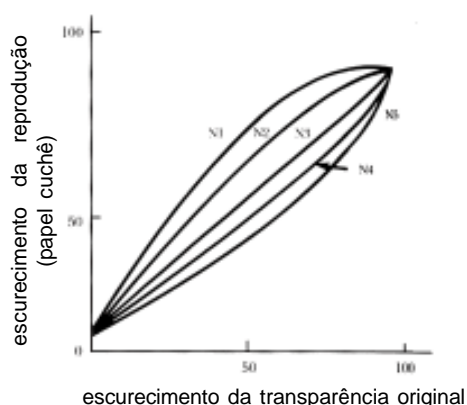
O aspecto final da reprodução de tons diz respeito à distorção de pontos que ocorre durante o processo de cópia das chapas de impressão. No processo ofsete, ocorre entre 15% e 20% de ganho-de-ponto físico e óptico nas áreas de 50% de ponto. Este é facilmente avaliado com um densitômetro em cada etapa do processo, e os valores de densidade podem ser usados para construir o diagrama de Jones.

O diagrama de Jones é um gráfico que relaciona as características de ganho-de-ponto do processo de impressão com a curva de reprodução desejada, e pode ser empregado para calcular os requisitos de reprodução de tons dos filmes de seleção.



## balanço de gris

A necessidade de ajuste do balanço de gris deve-se, primeiramente, às características de absorção de luz dos pigmentos das tintas de escala. Para reproduzir gris neutro, a quantidade de tinta ciano deve ser maior do que as quantidades de tintas amarela e magenta. Quando a escala de gris imprime cinza neutro, a reprodução tem balanço de gris correto.



Outro aspecto do balanço de cores diz respeito ao balanço do original. Algumas transparências são expostas sob condições de iluminação incorretas e apresentam invasão de cor indesejável. Filtros CC devem ser colocados sobre a transparência, antes do acerto do *scanner*, a fim de encontrar a aparência visual desejada. Alternativamente, os filtros podem ser colocados sobre a escala de gris durante a programação do balanço de gris.

## correção de cores

O principal propósito da correção de cores é compensar a absorção indesejável de luz dos pigmentos das tintas de impressão, em função do conjunto de variáveis tinta–papel–impressora. Outro aspecto diz respeito ao uso de filtros de seleção de cores de baixo fator de qualidade colorimétrica. A correção pode ser feita através do uso de alvos de calibragem

IT8 (transparente e opaco). O alvo é montado no *scanner* e os valores dos blocos coloridos são registrados para uso com outros originais.

Um último aspecto, muito importante, é a aparência das cores reproduzidas. Em certos casos, as cores do original estão fora do gamut das tintas de impressão e, por isso, as informações de cor do original devem ser comprimidas. A compressão de luminosidade de originais coloridos é realizada no momento em que os controles de reprodução de tons são ajustados, isto é, as áreas de interesse são enfatizadas. A dimensão de tonalidade de uma cor é sempre possível de estabelecer. A real decisão na compressão de tom recai sobre a dimensão de saturação.

Existem duas maneiras de tratar a saturação: dessaturar todas as cores por igual, ou reproduzir corretamente a saturação das cores dentro do *gamut*, e reproduzir as cores fora de *gamut* com a máxima saturação possível. Visto que os resultados são conflitantes, é necessário considerar o critério final na correção de cores – a preferência do cliente. O primeiro cuidado com as cores individuais do original, que devem ser deliberadamente distorcidas, são as cores de memória (azul do céu, verde da grama). O segundo cuidado é a reprodução exata de cores particulares da imagem (tecidos, produtos etc.).

Quando o *gamut* das tintas é muito estreito, recomenda-se o uso de tintas especiais. As artes pintadas devem empregar as mesmas cores das tintas de impressão, ou seu *gamut* será comprimido na reprodução.

## qualidade da imagem

Os fatores de qualidade da imagem incluem: granulação, realce, resolução e moiré.

Fotografias granuladas são, as vezes, usadas para criar efeitos especiais, mas, geralmente, a maioria das pessoas prefere reproduções sem granulação. O *scanner* pode reduzir o efeito de granulação eletronicamente; entretanto,

dependendo da ampliação e do grau de máscara de realce empregados, o efeito de granulação pode ser ampliado. O recurso para reduzir o efeito, infelizmente, também causa a redução do foco.

O realce pode ser ajustado através da abertura, do ponto de início e do controle de intensidade do scanner. O realce ótimo varia conforme o motivo a ser reproduzido: tecidos, jóias e detalhes finos podem ser beneficiados, enquanto cenas naturais tendem a parecer irrealis com o incremento do realce.

A resolução deve ser a maior possível, conforme o processo de impressão e o suporte empregados. A resolução está relacionada à lineatura de retícula – quanto maior a lineatura, maior a resolução. O processo *screenless* maximiza a resolução, assim como o emprego de retículas estocásticas. Em alguns sistemas eletrônicos, a geração de pontos pode ser adaptada aos detalhes da imagem, melhorando a resolução. Além da frequência e da forma dos pontos, a resolução é afetada pela frequência de entrada do *scanner* e pela compressão de dados. Quanto maior a compressão, maior a perda de resolução.

O efeito moiré ocorre devido à forma dos pontos, ao ângulo de retícula e à lineatura. Quanto mais regulares os pontos (quadrado ou redondo), menos provável o moiré. Alguns sistemas não admitem variações nos ângulos de retícula; ocasionalmente, pode ser importante trocar os ângulos entre o preto e o magenta, ou entre o preto e o ciano, a fim de minimizar o moiré nos marrons e verdes. Alguns operadores aumentam a lineatura do amarelo para reduzir o moiré.

## O processo de escaneamento

O principal aspecto da operação do *scanner* é o acerto. Existem dois conceitos importantes no acerto do *scanner*: o ajuste dos controles para produzir a saída de melhor

qualidade; e o aumento da eficiência do acerto. Antes de acertar o *scanner*, o operador deve conhecer as condições de impressão (ganho-de-ponto, balanço de gris etc.) e os requisitos de correções de cores da combinação tinta-papel.



## avaliação dos originais

A avaliação dos originais envolve dois conceitos: informações da imagem (tom, cor, qualidade) e informações físicas (formato, posição e defeitos). Os originais podem ser transparentes ou opacos; provavelmente a maioria dos originais é transparente (80% ou mais). Os originais opacos devem ser flexíveis para poderem envolver o cilindro do scanner.

## informações da imagem

As informações essenciais incluem: ponto de início das altas-luzes, área de interesse ou de maior contraste tonal, mudanças ou ênfase de cores específicas e realce. Retoques que podem causar metamerismo devem ser assinalados. Para originais opacos, as áreas de sombra que representam as maiores densidades devem ser identificadas. O original deve ser avaliado quanto a invasões de cores.

Inicialmente, a imagem deve ser classificada como chave alta (*high key*), chave normal (*normal key*) ou chave baixa (*low key*), dependendo do fato de a área de interesse cair nas altas-luzes, nas meias-tintas ou nas sombras. Os tons de altas-luzes contendo os menores pontos printáveis são chamados de altas-luzes difusas. As altas-luzes especulares correspondem às áreas “furadas”, correspondentes aos brilhos metálicos, superfícies espelhadas etc., e não devem conter pontos de meio-tom.

Alguns originais não apresentam uma alta-luz real. Caso isto não seja proposital, os pontos de altas-luzes devem ser acertados na escala de gris entre 0.25 e 0.35 de densidade, o que corresponde à alta-luz da maioria das transparências.

Os tons de sombra devem ser avaliados para localizar a área mais escura, e decidir se a reprodução terá a mesma densidade ou ser mais clara ou mais escura. Por exemplo: fotografias tiradas em dias nublados freqüentemente não têm áreas escuras; portanto, escurecer a reprodução pode destruir a ambientação da cena. Por outro lado, a reprodução dos pontos deve ter a maior densidade possível.

As invasões de cores podem ser intencionais ou não. As invasões não intencionais geralmente ocorrem nos tons de sombra, e podem ser parcialmente corrigidos nos controles de balanço de gris ou através do controle de UCR. O balanço de cores nas altas-luzes é ajustado através da calibragem das fotomultiplicadoras do *scanner*, ou através de recursos do Photoshop. Idealmente, os problemas de balanço de cores deveriam ser corrigidos antes da fase de escaneamento, através de filtros CC colocados sobre os originais, na presença do cliente, até que o efeito desejado seja obtido. Alternativamente, os filtros podem ser sobrepostos à escala de gris.

É difícil para o operador de *scanner* selecionar as áreas particulares especial-



mente importantes para o cliente. Certas cores são muito saturadas para ser reproduzidas por uma certa combinação tinta—papel. Nesse caso, o operador pode comprimir todas as saturações por igual, ou alterar o balanço entre elas causando alguma perda de saturação.

O ajuste de realce depende da natureza do original. O foco do original deve ser avaliado com respeito à intenção e ao objetivo (assunto). Originais sem realce podem ser beneficiados com filtros de máscara de realce (USM), embora fotografias de pessoas e cenários raramente são melhorados.

### informações físicas

As informações mais óbvias são o formato do original e o formato final da reprodução. Estes são usados para determinar a escala de proporção de escaneamento. As imagens podem ser rotacionadas em sistemas de DTP, porém, é muito mais eficiente acertar a posição e o ângulo de inclinação do original antes do escaneamento.

Os originais devem ser inspecionados quanto a riscos, marcas, pó, sujeira e outros defeitos físicos, com um conta-fios, e os clientes devem ser alertados quando estes não puderem ser removidos através de técnicas comuns de limpeza. A eliminação através de retoque (clonagem) aumenta o custo do processamento.

## Acerto do scanner

O acerto tradicional envolve o uso de escalas de gris, guias de cor e alvos de teste para calibrar o scanner de acordo com padrões pré-estabelecidos. O acerto não tradicional usa monitores de vídeo. Os principais ajustes compreendem: calibragem da fonte de luz, acerto dos fatores físicos, calibragem do sensor de imagens, acerto dos fatores tonais, acerto de correção de cores, e ajuste de realce de imagem. A calibragem da processadora de filmes também faz parte do sistema de escaneamento.

### calibragem da fonte de luz

A fonte de exposição precisa estabilizar durante cerca de 30 minutos antes da calibragem. O processo é diferente para geração eletrônica de ponto x tom-contínuo ou retícula de contato. O método comum para geração eletrônica de ponto é dividir um feixe laser em múltiplos raios, modular cada um deles separadamente, e focá-los sobre o plano do filme de modo a expor um ponto sem distorção. Para cada lineatura, o raio deve ser focado através de uma lente zum, e a intensidade do laser deve ser alterada.

Uma série de filtros e um modulador efetuam a mudança. Filmes diferentes ou diferentes condições de processamento também necessitam uma mudança na intensidade da fonte de exposição.

O foco e a intensidade são ajustados através de um programa de teste no computador de meio-tom, gerando uma série de exposições sobre o filme. Após o processamento, os padrões de teste são avaliados de acordo com padrões para uma determinada lineatura.

### acerto dos fatores físicos

Os fatores físicos incluem o tamanho, a saída em negativo ou positivo, a lineatura, o ângulo de retícula, a orientação de leitura, a

adição de cruces de registro, a reprodução de escala de gris, o corte ou enquadramento da imagem e a exposição de uma, duas ou quatro seleções no mesmo filme. É possível fazer distorções anamórficas para o processo flexográfico.

### calibragem do sensor de imagem

A calibragem do tubo fotomultiplicador (PM) é sempre um passo crítico do acerto. As respostas dos tubos são ajustadas de modo que as quatro cores (3 sinais de cor e um de USM) reproduzam uma área neutra.

### ajuste dos fatores tonais

O objetivo aqui é incluir gradações, ajustes de pontos, UCR e GCR, controle de *catch lights*, balanço de gris e correção de invasões de cores. Os menores pontos impressos são ajustados para as áreas de altas-luzes difusas (0.30 de densidade numa transparência), e os pontos de máxima para cerca de 96-98% ou menos, conforme o ganho-de-ponto. Os valores tonais são acertados para 25%, 50% e 75% de ponto. O limite prático de GCR encontra-se entre 50% e 70%, e a área de cobertura total de tinta é 300% quando se usa UCR.

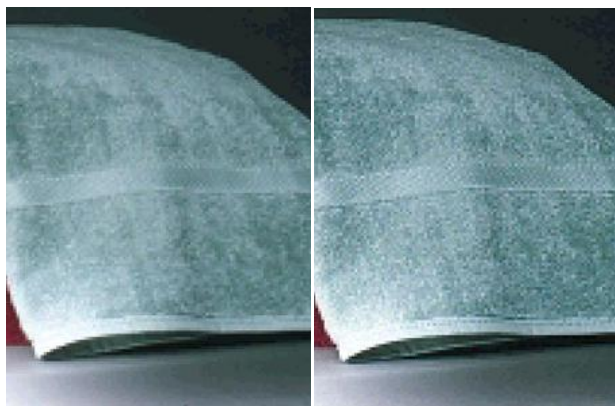
O controle de *catch light* visa eliminar os pontos das áreas de altas-luzes extremas. O ajuste de invasão de cores pode ser feito nas áreas neutras ou em todas as cores. Por exemplo: se uma sombra neutra apresenta uma invasão avermelhada, esta pode ser removida apenas nas áreas neutras, ou em todas as áreas, incluindo o gris.

### acerto de correção de cores

O ajuste seletivo de controle de cores para transparências coloridas é geralmente feito por tentativa e erro. Infelizmente, um conjunto de ajustes para um certo original pode não concordar necessariamente para um novo conjunto de condições de impressão.

## controle de máscara de realce

O primeiro passo é selecionar a abertura de escaneamento apropriada, a qual é baseada no grau de ampliação ou redução. Maiores ampliações requerem menores diferenças entre as aberturas da imagem e da USM. Existem dois controles: um é usado para selecionar o ponto de início, ou limiar; o outro para controlar a magnitude do efeito. Normalmente, a USM é restrita aos tons de mínima e de média. Deve-se evitar a USM com transparências granuladas. Uma abertura maior ajuda a minimizar o efeito da granulação.



## Processamento de imagens

Os principais recursos dos sistemas de tratamento de imagens constituem: a imposição de imagens, o retoque, e os ajustes de cor e tom. Os sinais de entrada provêm do *scanner*, e os ajustes dos sinais de entrada originam-se com um de vários controles de computação gráfica possíveis.

### imposição de imagens

O processo de montagem de páginas consiste em combinar diversas imagens separadas para compor um leiaute. Uma forma de imposição menos comum é a combinação de parte de uma imagem a uma outra. Uma variação dessa técnica é o remanejamento de um objeto dentro da ilustração.

Figuras geométricas, tais como quadrados, retângulos, triângulos, círculos, elipses etc., podem ser criadas, coloridas e posicionadas no leiaute. Desenhos a mão livre também são possíveis. As imagens escaneadas podem ser ampliadas, reduzidas, rotacionadas, distorcidas. Estas manipulações, especialmente com imagens de alta resolução, demandam elevada computação.

## Retoque

Uma ampla variedade de ferramentas de retoque estão disponíveis nos sistemas eletrônicos, permitindo grande criatividade e elevada qualidade. Um dos mais usados é a substituição de pixel, ou clonagem, que permite remover defeitos dos originais ou duplicar partes da imagem. Recursos de silhuetagem permitem corrigir áreas localizadas da imagem, sem interferir nas partes não cobertas pela máscara. Outros recursos permitem minimizar a granulação, alterar a textura, amaciar ou endurecer as bordas das imagens etc.

## ajustes de cor e tom

As alterações de cor e tom podem cobrir totalmente ou afetar apenas áreas localizadas da imagem. Paletas de cores estão disponíveis para aplicações de cores em áreas da imagem, mantendo a textura e a modelação inalteradas. É possível modificar a curva de gradação tonal, através de recursos gráficos, ou através de monitoramento densitométrico. É necessário entender que este tipo de manipulação demanda tempo e custos.

## outras funções

Outros aspectos estão relacionados à criação de imagens através de recursos de desenho, ou a partir de modificações da imagem escaneada, incluindo reversão de tom, reversão de cor, reversão de negativo



para positivo, padrões de mosaico, e outros, a fim de criar efeitos dramáticos e atraentes.

## Reprodução e avaliação de imagens

Os sinais de saída de um *scanner* ou de um sistema DTP podem ser registrados numa variedade de mídias, na forma de imagens permanentes ou temporárias. As imagens escaneadas podem ser avaliadas direta ou indiretamente. A avaliação direta envolve a inspeção do filme ou da matriz de impressão, enquanto a avaliação indireta requer a geração de uma prova.

As provas geradas a partir de dados digitais são chamadas de provas digitais. Estas podem ser “moles” ou “duras”. A prova mole é aquela reproduzida no monitor de vídeo; a prova dura é uma imagem tangível, impressa sobre um suporte.

As provas convencionais podem ser subdivididas em provas de prelo ou de pré-impressão e provas de máquina.

As provas de pré-impressão são geradas a partir dos filmes de seleção de cores, e as provas de máquina são produzidas a partir de chapas ou cilindros numa impressora.

### reprodução em filme

A imagem escaneada pode ser reproduzida diretamente sobre papel ou filme fotográfico, combinando-a com o texto e outros elementos, manualmente. Os requisitos básicos para escaneamento a laser de filmes reticulados são:

- ❖ emulsão com granulação fina.
- ❖ gradiente do filme entre 4.0 e 8.0.
- ❖ correção para efeito de reciprocidade de alta intensidade.
- ❖ velocidade de gravação elevada (0.1 a 1.0 microssegundo é o intervalo de tempo

de exposição para os elementos individuais de imagem).

- ❖ sensibilizadores de banda estreita para produzir um pico de sensibilidade correspondente ao comprimento de onda do laser de saída.
- ❖ condições de ser manuseado sob luz de segurança clara.
- ❖ rápido processamento com imagem de qualidade elevada.
- ❖ camada anti-halo e base estável.

### filmes de tom-contínuo

Os filmes de tom-contínuo são utilizados quando a saída do *scanner* destina-se à produção de positivos para rotogravura convencional, ou quando as imagens precisam ser ampliadas além da capacidade do *scanner*. Os filmes de *scanner* de TC devem ter alta sensibilidade, alta transmissão de luz UV e granulação fina no caso de ampliações. Devem também ser estáveis e química ou mecanicamente retocáveis.

Em geral, as lâmpadas de argônio ou xenônio são adequadas para a exposição de filmes de *scanner* de tom-contínuo. Reveladores de metol/hidroquinona são utilizados para processar estes filmes.

### filmes de meio-tom (com retícula de contato)

Meios-tons podem ser produzidos em *scanners* através de retículas de contato montadas sobre o filme, de elevada sensibilidade, visto que a retícula absorve uma porção significativa da luz, assim como ter alto contraste a fim de gerar pontos bem definidos. A latitude da revelação deve ser elevada.

As retículas de contato geralmente apresentam um curto alcance de densidade básica. Para evitar o moiré, recomenda-se angulações especiais: Y96°, M51°, C111°, K171° ou Y95°, M50°, C80°, K20°.

## filmes de *scanner* EDG

A geração eletrônica de pontos é o método mais produtivo de produção de filmes de meio-tom em *scanners*, *imagesetters* e *platesetters*. Feixes modulados de laser são empregados para expor os pontos de meio-tom criados no RIP. O laser é uma fonte de luz coerente que pode ser colimada em grau elevado. O feixe é monocromático, o que significa que apenas uma das cores do espectro é gerada. Os filmes utilizados para reproduzir os meios-tons EDG devem ter alta velocidade, alto contraste, e sensibilidade compatível com a cor do laser.

A inconveniência de usar filmes sensíveis ao vermelho com laser de HeNe, é compensada por sua maior confiabilidade e menor custo, além de maior vida útil do que outras fontes laser. A maior vantagem da EDG é que um “ponto duro” é reproduzido sobre o filme, com menor franja do que os pontos gerados por retículas de contato; conseqüentemente, são relativamente insensíveis às variações das condições de revelação. As emulsões e os químicos do processamento de rápido acesso podem ser usados para meio-tom EDG, bem como as emulsões e químicos lith.

## Cópia de matrizes

Tecnicamente, é possível registrar os dados escaneados sobre qualquer tipo de matriz. A produção de cilindros rotogravura e chapas ofsete são as aplicações mais comuns de registro direto de imagens. A produção eletrônica de cilindros rotogravura é ainda lenta, mas é consideravelmente mais rápida, segura e ambientalmente limpa do que os métodos químicos.

## gravação eletrônica

O princípio da gravação eletromecânica envolve uma agulha de diamante que vibra e grava cerca de 4.000 células por se-

gundo. A lineatura de retícula pode variar entre 40 e 70 linhas/cm; a velocidade de gravação é cerca de 2.5 cm/5 minutos (0.5 cm/minuto a 60 linhas/cm). Para reduzir o tempo de gravação, os sistemas são equipados com diversos cabeçotes. Os equipamentos Hell e Ohio trabalham com 8 cabeçotes de gravação, e produzem a partir de filmes originais opacos de meio-tom (opaline), por um processo chamado de conversão ofsetegravura.

## gravação a laser e *electron beam*

A gravação de cilindros rotogravura pode ser feita através de radiação que “queima” as células na superfície do cilindro, em velocidade superior à gravação mecânica. As células são preenchidas com uma resina epóxi.

## exposição de chapas ofsete

As chapas ofsete podem ser copiadas a partir de filmes de meio-tom, ou diretamente a partir de arquivos digitais, economizando tempo de processamento.

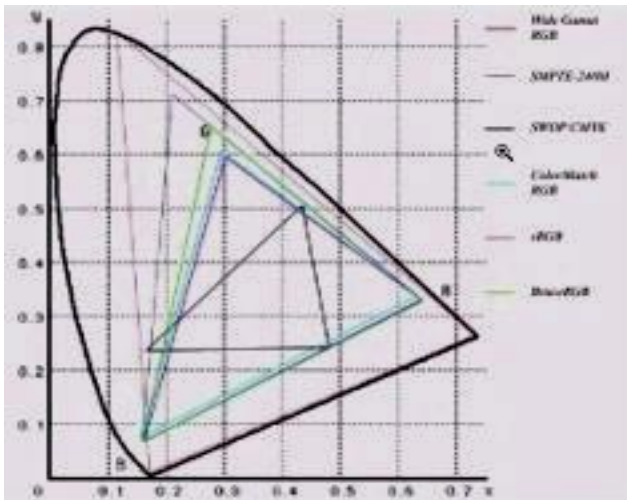
## Prova digital

Os filmes produzidos em *scanner* podem ser avaliados através de provas de pré-impressão, analisados sob condições padronizadas de iluminação, tal como os filmes de seleção produzidos por outros métodos. Os *scanners* apresentam a opção de geração de provas à partir da informação digital, antes da produção dos filmes de seleção. As provas digitais podem ser uma imagem de vídeo “mole”, ou uma imagem tangível “dura”.

## prova de vídeo

O principal propósito da prova mole é proporcionar um retorno em tempo real para avaliação dos retoques, posicionamentos e editoração. Entretanto, o julgamento de cor é

problemático, a menos que seja feito através de leitura de porcentagem de pontos e comparação com escalas de cores.



A iluminação ambiente que atinge o monitor deve ser inferior a 0.5 foot-candles quando se compara a imagem do vídeo com uma prova iluminada sob condições de visualização padronizadas (ANSI 2.32). Nível de iluminação elevado afeta o contraste aparente da imagem. Alguns verdes e cianos muito saturados são imprimíveis mas não exibidos no monitor. A aparência da escala de gris depende da intensidade da luz ambiente.

### prova digital direta

A despeito do valor da prova de vídeo, é quase sempre necessário produzir uma prova dura, visto que: ela representa um contrato legal entre o cliente e o birô; é um meio de checar a qualidade dos filmes de seleção de cores; serve de guia para o impressor.

### Avaliação

A inspeção dos filmes escaneados é semelhante à avaliação dos filmes produzidos por outros métodos, com algumas exceções:

#### estrutura de imagem

A intensidade do laser e do foco são ajustados para adequar-se às particularidades

da emulsão e da lineatura de retícula empregada. Acerto incorreto pode produzir linhas de escaneamento visíveis (subexposição) ou sombras fechadas (sobreexposição). Sugere-se que os filmes gerados a laser tenham  $D_{max}$  4.0—4.5, quando necessário gravação química, e  $D_{max}$  3.5—4.0, quando os filmes não forem gravados.

#### valores tonais

Os valores tonais devem corresponder àqueles que proporcionam ótima reprodução. Os valores digitais estabelecidos no acerto do *scanner* podem não concordar exatamente com os valores registrados no filme. A diferença deve-se, geralmente, ao halo em torno dos pontos eletrônicos ou dos pontos de retícula de contato. É difícil eliminar a influência da franja do ponto laser quando se mede os valores tonais com um densitômetro, visto que este não registra um ponto não imprimível. Não é necessário conhecer o valor tonal exato sobre o filme escaneado. É mais importante garantir a consistência dos valores que estão sendo produzidos. A escala de gris opcional pode ser reproduzida para monitorar a consistência do escaneamento. O valor absoluto de pontos da escala é menos importante do que a sua consistência de filme para filme.

#### falhas

Os defeitos da imagem nos filmes escaneados podem ser causados por problemas eletrônicos ou mecânicos do *scanner*, defeitos inerentes aos filmes, falhas de processamento, ou problemas associados com a retícula de contato e o sistema de vácuo. O primeiro passo é eliminar as possíveis causas, uma a uma.

Os problemas mecânicos do *scanner* são raros; quando acontecem, apresentam regularidade em cada escaneamento, que pode ser detectada medindo-se a posição relativa do defeito em relação ao cabeçote de análise ou de reprodução. Os defeitos eletrônicos aparecem como padrões regulares nas separações, em geral devido a problemas com o programa de geração eletrônica de pontos do

computador. Algumas vezes podem ser facilmente corrigidos recarregando-se o programa.

### **provas**

As separações só podem ser avaliadas após a prova, a despeito do método. A prova deve produzir uma simulação razoável da combinação real do processo—tinta—suporte que será utilizado na impressão.

### **correções**

As correções de cores devem ser claramente marcadas na prova; uma escala de cores deve ser usada para identificar os valores tonais desejados para as cores de escala, desde que a escala tenha sido impressa nas mesmas condições. Correções localizadas podem ser feitas nos filmes, através de mascaragem e tratamento químico ou fotomecânico, ou eletronicamente em sistemas de tratamento de imagens.