

Gerenciamento de cores na impressão digital em grandes formatos



Bruno Mortara

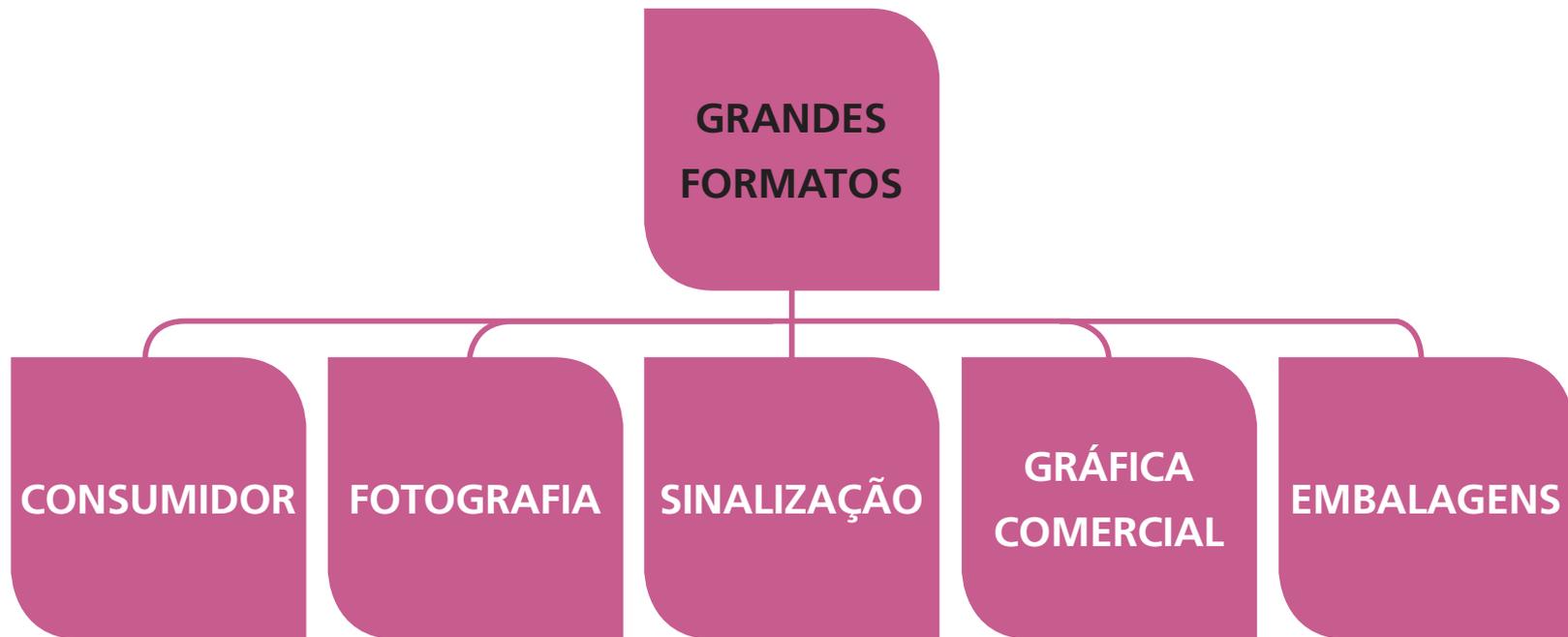
Boas práticas

- demanda crescente por impressões digitais em grandes formatos
- ausência de norma técnica para o processo
- a indústria precisa adotar "boas práticas"

Boas práticas

- ferramenta para a implementação de requisitos técnicos na cadeia de suprimentos (aquisição, licitações) com controle de qualidade **objetivo**
- **requisitos técnicos mínimos**

Grandes formatos - aplicações



Qualidade?

- há uma ampla gama de materiais elaborados com grandes formatos
- é preciso classificar os produtos em diferentes níveis de qualidade
- fornecedores e compradores entregam o máximo de qualidade efetivamente necessária para o produto/aplicação

Qualidade?

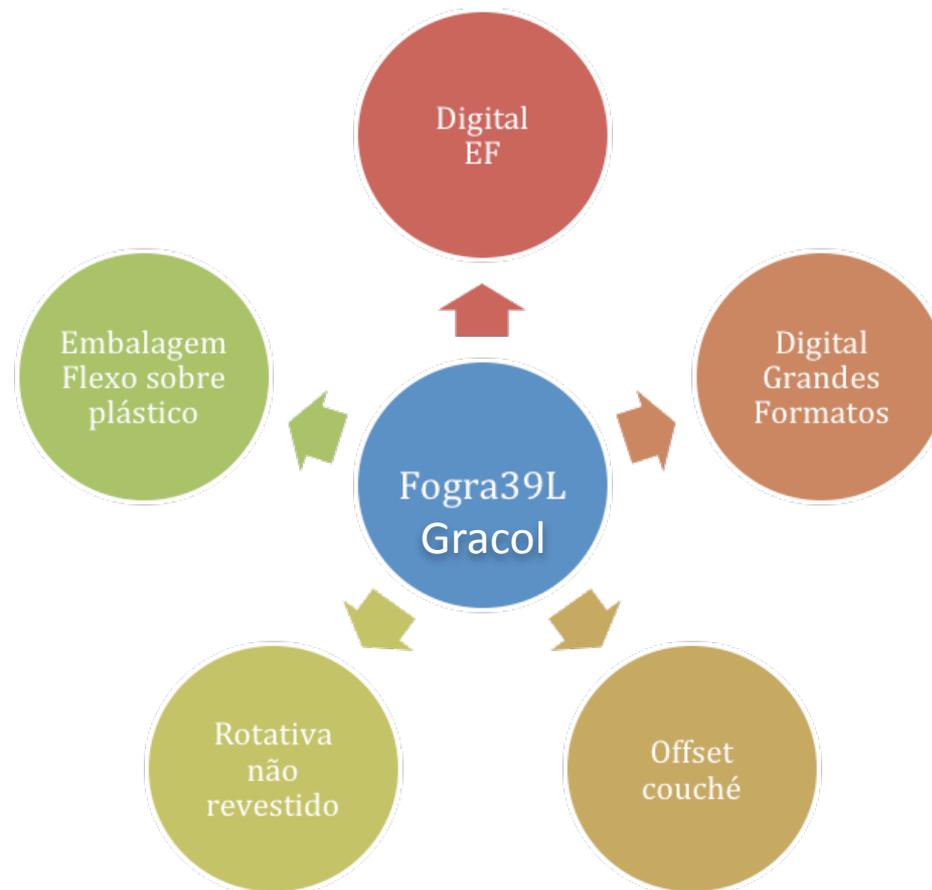
- Para esta classificação usamos a nomenclatura **Nível de Qualidade do Produto**, ou NQP

Requisitos para NQP

- Fidelidade de cor
- Qualidade da impressão

Cores - espaço de troca da indústria

F39 - espaço padrão de mercado



Fidelidade de cor

- para manter uma correlação com outros produtos impressos recomenda-se calibrar os sistemas de impressão para simular o conjunto de dados de referência Fogra39L
- as tolerâncias são avaliadas com as fórmulas de diferença de cor DeltaE2000 (ΔE_{00}), DeltaH (ΔH) e DeltaCh (ΔCh)

Qualidade de reprodução

Qualidade da imagem impressa

- resolução efetiva, a legibilidade de texto, o registro e outros
- a qualidade de imagem deve ser determinada, sempre que possível, de forma objetiva
- no entanto, há alguns requisitos em que é necessária a avaliação visual (subjetiva)

Níveis de qualidade

- NQP
 - **Alta** - produtos que devem ser vistos de perto
 - **Boa** - produtos com menores requisitos de resolução e controle de cor
 - **Básica** - produtos básicos de comunicação visual ou vistos de longe

Níveis de qualidade

- **alta** - produtos que devem ser vistos de perto, independentemente do tamanho do impresso e, para isso, a reprodução de detalhes é fundamental
- produtos que exijam absoluta conformidade entre o original colorimétrico e o impresso de produção



***NÍVEL 1- Reproduções de obras de arte para exposição
(vistas a uma curta distância)***



***NÍVEL 1 - Reproduções de obras de arte para exposição
(vistos a uma curta distância)***

Níveis de qualidade

- **boa** - classificados os produtos que exijam um bom grau de conformidade de cores entre o original e a produção impressa
- a informação requer boa aproximação na reprodução de detalhes e cores
- os usuários finais observarão o produto a uma distância média em relação à sua diagonal



***NÍVEL 2: faixas, painéis, banners e cartazes
(vistos a uma distância média)***



CIRCUITO
SESC
MINI MARATONA

10KM VOCÊ CORRE BRINCANDO.

Níveis de qualidade

- **Básica** - produtos que exijam conformidade média na reprodução de cores em relação ao original
- a informação requer aproximação aceitável na reprodução de detalhes e cores
- usuários finais observarão o produto a uma grande distância em relação à sua diagonal



***NÍVEL 3: faixas, painéis, banners e cartazes
(vistos a uma distância grande)***



***NÍVEL 3: faixas, painéis, banners e cartazes
(vistos a uma distância arande)***

Pré-impressão

Cuidados na Pré-Impressão

- preparação de arquivos
 - abertos: Illustrator, CorelDraw, Photoshop em CMYK, Fogra39L (+fontes, -camadas, etc)
- fechados, em PDF: é recomendado PDF/X-4, simulando a condição de impressão Fogra39L
- endereço do Dataset Fogra39L: www.color.org

Cor do substrato

- é possível se fazer o ajuste do Dataset quando se utiliza um substrato com um ponto de branco muito diferente do definido no Fogra39L
- recomenda-se o algoritmo definido na ISO 15339, que leva em consideração a percepção colorimétrica assim como o equilíbrio de cinza neutro - SCCA (*substrate colorimetric color adjustment*)

Cor do substrato

- O Dataset resultante deve ser o novo alvo de forma que o resultado seja o mais próximo do idealizado inicialmente

Exemplo: Fogra47 para alta alvura

Modificação de Dataset relativo à Mídia

Ajuste de branco do papel

Selecionar o dataset e escolher o papel e preto

Papel atual			Novo papel		
L*	a*	b*	L*	a*	b*
95,00	-0,01	-1,98	93,60	2,50	-9,80

Preto máximo

L*	a*	b*
10,00	0,00	0,00

Escolha o Dataset de simulação

Fogra47

	ANTES: Fogra47			Depois		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Ciano	60,00	-25,98	-43,98	59,06	-24,10	-50,46
Magenta	56,00	61,01	-1,00	55,12	62,09	-5,89
Amarelo	89,00	-3,99	78,01	87,68	-1,60	73,04
Preto	31,00	1,03	0,99	30,50	1,91	-1,75
Verm.	54,00	55,04	26,02	53,15	56,11	22,15
Verde	54,00	-44,01	14,01	53,15	-42,12	9,75
Azul	38,00	7,95	-30,98	37,39	8,97	-35,39
Gray50	59,64	-0,81	-1,05	58,71	0,86	-6,22
Papel	95,00	-0,01	-1,98	93,60	2,50	-9,80

Autores: D McDowell, M Eddington

Colar dados de Referência

X	Y	Z	L*	a*	b*
84,481391	87,620698	74,568331	95,001	-0,008	-1,976
77,311581	76,770763	66,837798	90,216	6,68	-3,299
70,601132	66,950615	59,597875	85,479	13,25	-4,476
64,570436	58,369885	52,887984	80,944	19,582	-5,291
59,021051	50,690253	46,648609	76,491	25,867	-5,902
51,711098	40,840459	38,098762	70,064	35,265	-6,191
46,020783	33,230359	30,89928	64,347	44,424	-5,624
41,860201	27,649771	24,989028	59,571	52,861	-4,01
39,500865	23,910427	20,209401	55,998	61,011	-0,995
74,28985	78,869032	72,846841	91,175	-3,586	-7,073
67,750396	68,959521	65,057174	86,484	2,769	-8,063
61,900771	60,229917	58,138207	81,963	9,076	-9,061
56,761085	52,690651	51,689119	77,692	15,201	-9,585
51,880524	45,829864	45,778226	73,435	21,178	-10,136
45,639914	37,149445	37,557823	67,389	30,231	-10,068
40,720527	30,400100	30,608907	61,998	38,963	-9,271

Dados modificados pelo substrato

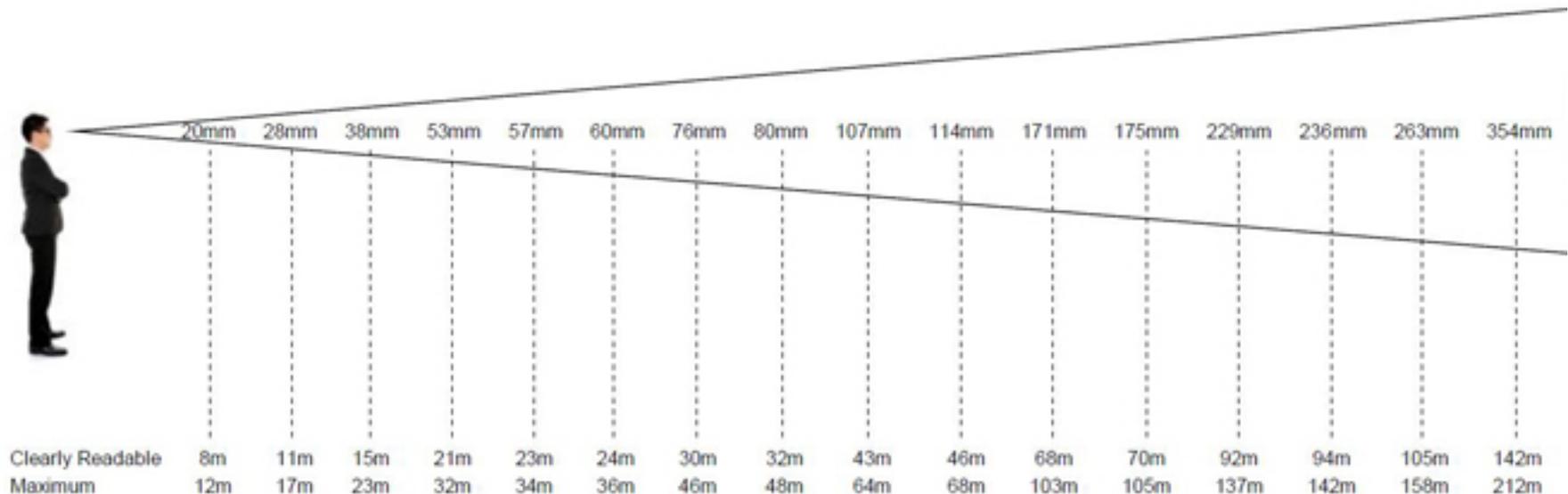
X	Y	Z	L*	a*	b*
82,62481	84,34468	81,002351	93,6	2,5	-9,8
75,614616	73,905691	72,596384	88,877892	9,0239345	-10,8134
69,053557	64,457484	64,723892	84,203396	15,431124	-11,67903
63,157119	56,201753	57,427742	79,728505	21,606039	-12,18569
57,731276	48,812989	50,643218	75,334837	27,735232	-12,48701
50,58406	39,33626	41,346352	68,994145	36,903487	-12,3085
45,020424	32,014395	33,517834	63,35478	45,848808	-11,29691
40,952466	26,645174	27,09119	58,644448	54,098114	-9,272633
38,645655	23,047459	21,893956	55,121189	62,090841	-5,891106
72,660156	75,924487	79,13045	89,824269	-1,140484	-14,76683
66,266286	66,390302	70,660182	85,195113	5,0548065	-15,44394
60,546886	57,991335	63,136689	80,733973	11,205658	-16,14062
55,521622	50,737621	56,124129	76,519801	17,180943	-16,36658
50,749713	44,136689	49,696788	72,319765	23,008636	-16,61999
44,648034	35,785045	40,75815	66,355355	31,842829	-16,10126
40,847051	30,701400	33,707075	61,037077	40,371467	-14,87487

Resolução

- a resolução é medida em pixels por polegada e deve ser função da distância de visualização mínima e a resolução impressa
- aumentar a resolução além disso só atrasa o processo sem nenhum ganho visual!

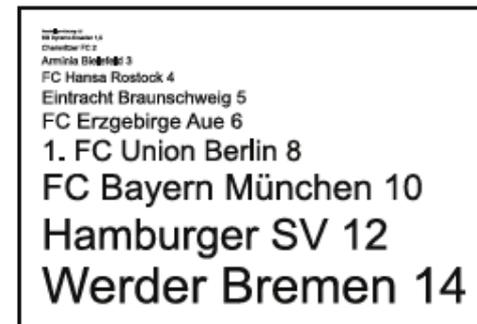
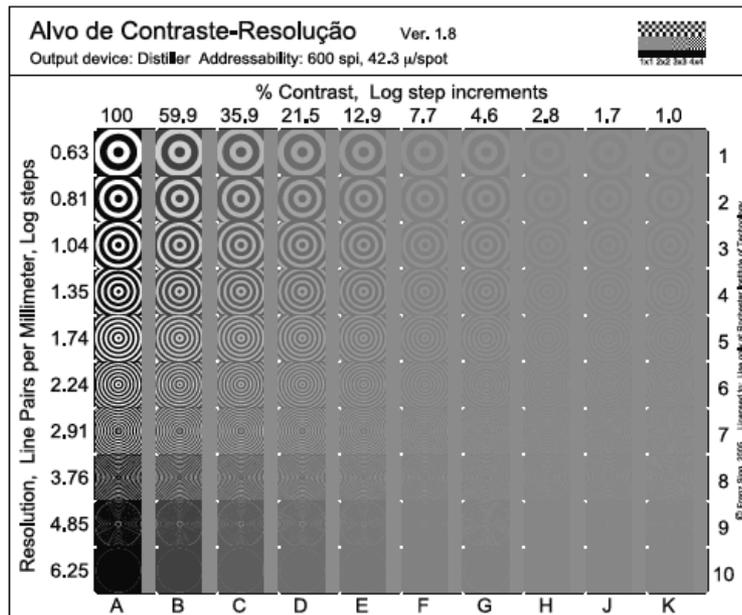
Resolução

- resolução máxima, para perto, 300 dpi
- para médias e longas distâncias: $300/(m/3)$
(6 m = $300/2=150$ dpi) (12 m = $300/4=75$ dpi)



Resolução real - MTF

MTF Modulation Transfer Function



Requisitos gerais

1. ter um dataset amplo como alvo, por exemplo, Fogra39L
2. ter bom controle sobre o balanço de grises, como o G7!
3. conformidade com a resolução exigida para a distância de visualização
4. não possuir defeitos visíveis na impressão como manchas, faixas ou caroços

Requisitos gerais

5. controle de tintas e substratos conforme calibração (qualidade de insumos)
6. produto com durabilidade de acordo com as especificações/necessidades mínimas adequadas

Controle Ambiental

Controle Ambiental

- variável das mais importantes para um controle de processo adequado
- temperaturas altas, umidade alta e poeira são os principais fatores que afetam a qualidade de um impresso de grande formato
- atingem a consistência das cores e a repetibilidade do processo, gerando insegurança técnica e comercial

Substratos

- substratos escolhidos de acordo com as aplicações e necessidades do cliente
- cor do substrato “ideal” é próxima ao papel do Fogra39L, CIELAB $L^* = 95$, $a^* = 0$ e $b^* = -2$
- mas muitos substratos têm L^* menor ou são amarelados
- a diferença pode ser compensada quando for pequena, com a ISO PAS 15339 (SCCA)

Tintas

- a escolha da tinta depende do tipo de substrato:
- fatores para a escolha da tinta:
 - aderência
 - flexibilidade
 - resistência à abrasão
 - pigmentos com resistência às intempéries e luz (visível e UV)
 - tintas com boa reprodução de cores (ângulo de matiz, transparência e saturação)

Tintas

- para produtos expostos à luz e intempéries utilizar tintas especiais para exterior, fabricadas para imprimir em uma grande variedade de plásticos e outros materiais de sinalização
- utilizam pigmentos duráveis, com boa solidez de cor, e resinas de proteção, especialmente ao UV e ao ozônio

Tintas

- estas tintas podem, eventualmente, ter resultados impressos diferentes da norma de impressão offset ISO 12647-2, da qual é extraído o Dataset “genérico” de preparação dos dados, o FOGRA39L
- no caso de não se atingir as primárias “no alvo” é muito importante uma calibração de grizes e curvas tonais como G7

Tintas

- a permanência das tintas impressas às condições do exterior é determinada com o procedimento de teste de tempo acelerado, normas ISO 12040 ou ASTM G151
- elas determinam a solidez das tintas impressas sob ação da luz solar através da correlação com o tempo de exposição a uma fonte luminosa artificial, extremamente forte
- a cor, brilho e a aparência visual são verificados para avaliar a durabilidade ao ar livre de uma tinta em condições de exposição ao aberto

Substratos – criação de perfis ICC

Substratos – criação de perfis ICC

- cada RIP possui uma configuração própria, normalmente com várias telas com opções
- a lógica dos ajustes é semelhante nas diferentes aplicações e modelos/fabricantes de RIPs

Substratos – criação de perfis ICC

- há quatro passos básicos para uma configuração de mídia:
 - limites dos canais individuais de tinta
 - limite total de tinta
 - curva de linearização
 - perfil ICC (baselin, MX3)
 - simulação (Perfil de simulação, MX4)

Substratos – criação de perfis ICC

- limites dos canais individuais de tinta:
- os limites individuais CMYK são diferentes do TAC (Total Amount of Coverage) ou limite de tintas nas áreas de sombra das imagens
- servem para se obter o melhor resultado para cada curva tonal, uma vez que nem sempre mais tinta sobre o substrato significa uma impressão melhor

Substratos – criação de perfis ICC

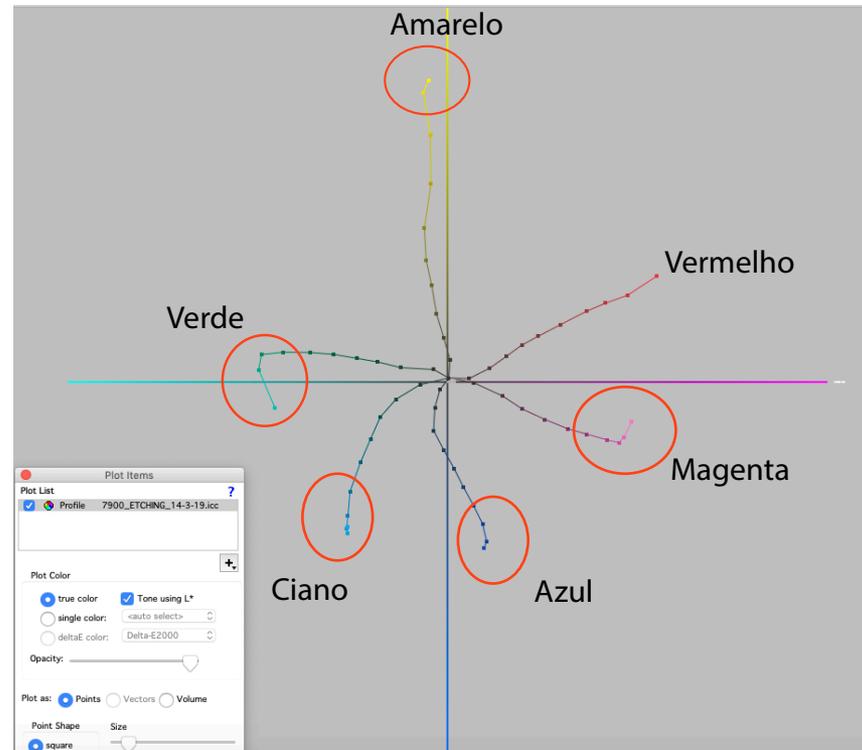
- Limites dos canais individuais de tinta:
- os cortes individuais são também chamados de linearização e são aplicados a CMYK
- um excesso de tinta num canal, além de não trazer ganhos de qualidade, trás malefícios como redução de Gamut ou problemas de secagem (cura) quando se utilizam tintas UV

Substratos – criação de perfis ICC

- Limite total de tinta
- o TAC (Total Amount of Coverage) limita as tintas utilizadas pois em quase todos os processos quando se adiciona tinta acima da faixa de 300-350% o resultado é menos densidade e corrimento de tinta
- a adesão/fixação com secagem padrão da tinta ao substrato é que determina o limite de tinta

Substratos – criação de perfis ICC

- Limite total de tinta - Hooeks!



Substratos – criação de perfis ICC

- Curva de linearização:
- é tipicamente uma curva de densidade
- com o assistente do RIP imprimir a carta de cores (patches em escala) e ler com o auxílio de um espectrofotômetro
- o RIP converte os dados de entrada para as densidades de saída

Substratos – criação de perfis ICC

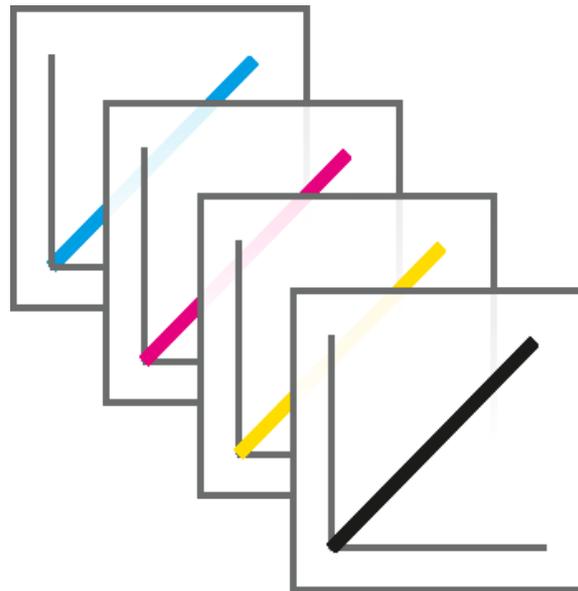
- Linearização de Balanço de Grises e G7
- há métodos de calibração baseados no balanço entre os canais ciano, magenta e amarelo em que resultem em um cinza neutro, como o G7
- G7 está presente em alguns sistemas de RIP e dá ótimos resultados. O sistema cria uma curva NPDC sobre a qual um perfil ICC pode agir de modo mais eficaz

Modelos com aparência compartilhada têm vantagens!



G7

- Uma curva para cada canal



Calibração convencional

Eletrofotografia

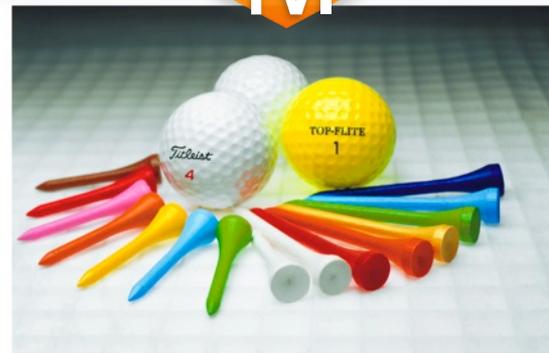
Jato de tinta

Offset

Antes



Depois



TVI

TVI

TVI

Calibração G7

Eletrofotografia

Jato de tinta

Offset

Antes



Depois



G7

G7

G7

G7 - aparência neutra compartilhada

Eletrofotografia

Jato de tinta

Offset

Antes



Depois



Substratos – criação de perfis ICC

- O Perfil ICC:
- é a etapa final do processo de calibração de substrato, sendo esta a caracterização da condição de impressão, relação tinta/processo/substrato
- um perfil ICC é específico para um substrato, uma máquina, uma determinada resolução, bi ou mono direcional
- depois de criado o perfil ICC é criada no RIP uma fila para aquela condição de impressão

Substratos – criação de perfis ICC

- com um espectrofotômetro fazer as leituras de L^* , a^* e b^* de cada carta de cores
- quando forem achados valores menores que DeltaE 5,0 para as primárias estes valores devem ser escolhidos

Manutenção

Manutenção de calibração do RIP de grande formato

- recomendável fazer uma avaliação diária com tarja e medição com o espectro
- o sistema de RIP em geral contém um verificador
- sistemas com cabeçotes piezelétricos, são mais estáveis que os térmicos e têm pouca variação de processo

Manutenção de calibração do RIP de grande formato

- quando se muda de substrato deve-se verificar a calibração
- trocar a tinta na impressora digital, quando a tinta acaba, não deve afetar a cor pois deve-se utilizar sempre a tinta do fabricante da impressora, salvo recomendação contrária

Diferentes resoluções de saída

- a resolução tem um impacto grande na aparência e cor do produto final
- é preciso se criar uma calibração para cada resolução, para cada substrato
- é importante verificar com tarjas de controle e leituras colorimétricas se a mudança de resolução afeta as cores de impressão e a necessidade de uma calibração para cada resolução de saída

Tolerâncias sugeridas para impressões de boa qualidade

Cor do substrato de impressão simulado - $\Delta E^*_{ab} \leq 3$

Todos os Patches especificados em 5.2 - **Máximo** $\Delta E^*_{ab} \leq 8$ e **Média** $\Delta E^*_{ab} \leq 3$

Primárias e secundárias: **Max** $\Delta H_{ab} \leq 4$

Patches do balanço de gris: **Média** $\Delta C_h \leq 2,5$

Patches externos da ISO 12642: **Média** $\Delta E^*_{ab} \leq 4$

Outros Patches do Gamut: **Média** $\Delta E^*_{ab} \leq 3$ e **95% Percentil** $\Delta E_{ab} \leq 6$

obrigado!

bmortara@usp.br