



Bruno Mortara

A precisão nas medições de cor na indústria gráfica e a ISO TR 23031 – Parte 2

O primeiro artigo desta série que investiga as questões em torno da precisão de medições de cor entre diferentes instrumentos trouxe as principais premissas teóricas e as questões básicas desse desafio. Neste artigo, parte 2, vamos analisar a proposta do TC130 da ISO, ou seja, a ISO TR 23031 – Assessment and validation of the performance of spectrophotometers and spectrodensitometers (Avaliação e validação da performance de espectrocolorímetros e espectrodensitômetros).

A norma ISO TR 23031, já na introdução, cita o problema central. “À medida que as tecnologias óticas e eletrônicas melhoraram, os instrumentos se tornaram menores, mais precisos e mais acessíveis. Ao mesmo tempo, a ciência da metrologia amadureceu a tal ponto que o desempenho do dispositivo de medição de cores superou a capacidade dos laboratórios nacionais de produzir e certificar materiais padrão adequados para testes. Os instrumentos optoeletrônicos modernos são mais precisos e mais estáveis que os materiais usados para avaliar seu desempenho. Assim, tornou-se problemático determinar se um equipamento está dentro de sua especificação de fábrica ou se dois dispositivos produzem resultados que estão de acordo um com o outro”¹. Isso significa que não há materiais de referência adequados para calibrar instrumentos da indústria gráfica, ficando o usuário somente com a “calibração” em relação a um azulejo de referência que vem com o equipamento.

Outra questão importante é a geometria dos equipamentos: na indústria gráfica se trabalha com instrumentos com emissão cônica com 45° (ou 0°) e leitura cônica a 0° (ou 45°) e, infelizmente, os laboratórios nacionais de metrologia ainda não estabeleceram uma escala universalmente aceita de fator de reflexão difusa para tais dispositivos. Como

resultado, “instrumentos de medição de cor de diferentes fabricantes não fornecem (necessariamente) um acordo adequado sobre a determinação dos valores de cor...”².

Além disso, os instrumentos de artes gráficas não possuem ajustes além do modo de leitura (qualidade espectral da luz incidente - M0, M1, M2 ou M3), e não têm como determinar ou ajustar a qualidade espectral do iluminante. A realização da “calibração” sobre o azulejo fornecido junto com o equipamento produz um fator de escala de radiancia particular e não universal, pois, não havendo metodologia dos institutos de metrologia, o fator é apenas rastreável àquela amostra (base branca do dispositivo).

Essas limitações se somam às possíveis aberturas de leitura dos instrumentos, que podem trazer ainda mais dificuldade de resolução de leitura em áreas com retículas, pois a amostragem tinta/papel daquele pequeno diâmetro de leitura pode não ser representativa da área avaliada.

A ISO TR 23031 prescreve procedimentos padronizados para se avaliar a repetibilidade, reprodutibilidade e precisão dos equipamentos usados na indústria gráfica.

A SOLUÇÃO

A solução proposta pela ISO TR 23031, uma vez que a calibração de instrumentos portáteis da indústria gráfica não é possível de ser implementada, é

¹ ISO TR 23031:2018, Assessment and validation of the performance of spectrophotometers and spectrodensitometers, p.6.

² Idem

utilizar uma série de materiais de referência certificados (CRM) ou uma série de materiais de referência estáveis e idealizados. Para a escolha desses materiais há vários elementos a se levar em consideração:

1) A computação de valores “tristimulus” (colorimétricos) a partir de dados espectrais requer o uso de uma ampla faixa de valores de refletância, por exemplo, incluir cores brilhantes, úteis na reprodução de imagens. Elas possuem grandes diferenças entre regiões de absorção e não absorção de luz.

2) O sistema de visão humano tem ótimas respostas espectrais e permite que um observador perceba diferenças de matiz tão pequenas quanto 1 nm. Por isso, os dispositivos de avaliação de cor precisam ter uma precisão várias vezes maior que o sistema visual humano, e as amostras têm de ter uma proximidade grande entre si para refletir uma gama ampla e precisa de fatores de refletância.

3) O sistema proposto é composto de um conjunto de 10 a 20 padrões físicos para amostrar o espectro visível com materiais de alta e baixa refletância e a transição entre os dois extremos numa faixa muito pequena de comprimentos de onda.

4) Esses materiais devem ser estáveis e quase opacos para evitar os problemas de difusão lateral observados quando a abertura de amostragem é pequena.

5) Provavelmente, por uma questão de custo, nas artes gráficas esses materiais deverão ser impressos, com uma vida útil relativamente curta.

REPETIBILIDADE

A repetibilidade da cor refletida é melhor avaliada usando um material branco que não contenha alvejantes ópticos. Ele tem que ter fatores de refletância espectral de pelo menos 85% em todos os comprimentos de onda superiores a 420 nm, similar à base branca proposta pela ISO 13655. Com o instrumento ajustado de acordo com as instruções do fabricante e o material de referência branco colocado na posição de medição, deve-se proceder a 30 leituras com pelo menos cinco segundos entre elas e não mais que 30 segundos de intervalo entre elas. As leituras são salvas como dados espectrais. É preciso calcular a média das bandas de leitura dos dados espectrais e não dos valores CIE Lab. O método de cálculo leva à resultante dispersão para precisão, uma vez que o desvio padrão da amostra ou da população não é adequado para as estatísticas de dados não-normais.

REPRODUTIBILIDADE

A reprodutibilidade é geralmente avaliada com o uso de vários materiais de referência e lidos em

intervalos de tempo mais longos e por vários operadores. O número mínimo de materiais de referência é quatro: vermelho brilhante, verde brilhante, azul profundo e cinza médio. Há materiais e procedimentos de fabricantes que produzem resultados similares – porém não padronizados –, como o NetProfiler, da X-Rite.

Quanto à metodologia para aferir a reprodutibilidade há duas principais: Acordo entre Instrumentos e Acordo Inter-Modelos (Inter-Instrument Agreement and Inter-Model Agreement). O tipo de método depende do propósito desejado.

Quando houver vários equipamentos de modelos iguais, por exemplo em consoles de diferentes máquinas impressoras, eles devem ser testados quanto ao acordo entre suas leituras a fim de se garantir que todas as máquinas impressoras sejam controladas da mesma forma. Esse é o tipo de reprodutibilidade conhecido como Acordo entre Instrumentos.

Quando uma gráfica deseja harmonizar as medições entre dispositivos de bancada (laboratório de tinta), tipo “grampeador” (máquina offset) e de varredura (pré-impressão), o segundo método é o desejado.

O método, para os dois cenários acima, é o mesmo: os padrões são lidos em cada instrumento e as diferenças entre os equipamentos são determinadas para cada padrão no conjunto de teste, sejam 4, 12, 24 ou 42 amostras. As diferenças podem ser compiladas na diferença média, diferença cumulativa de 95% e até dispersão de MCDM³, usando a média de todos os instrumentos como a média. Embora os valores de cor absolutos determinados

3 Ver MCDM em https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-criteria_decision_analysis.



O espectrodensitômetro eXact, da Xrite, com múltiplas funcionalidades



O espectrodensitômetro SpectroDens, da Techkon, também vem completo de funcionalidades

a partir do fator de refletância espectral medido ou do fator de radiância espectral sejam variáveis, as diferenças serão mais semelhantes.

O problema mais difícil e complexo é o do Acorde Inter-Modelos. Um cenário desafiador poderia ser a comparação entre um instrumento de maior desempenho no laboratório de materiais e de um dispositivo de menor custo e menor desempenho no chão de fábrica. Ou, então, a gráfica usando o instrumento "A" e o comprador de impressão o instrumento "B". A média de medições entre instrumentos em uma avaliação Inter-Modelos não é recomendada, pois a suposição de que os dois dispositivos estão avaliando a mesma propriedade pode não ser verdadeira.

O método proposto na ISO TR 23031 é fazer a leitura dos materiais de referência três ou mais vezes em cada ferramenta. "A diferença de cor entre a média das três leituras é comparada com a média de cada um dos outros instrumentos (uma forma de MCDM) ou com uma comparação de contraste, similar àquelas feitas em uma Análise de Variância (ANOVA) ou estudo Gauge R & R. As diferenças individuais de cores seriam então calculadas e reportadas. Assim, se houvesse cinco equipamentos, a média de leitura em cada padrão de material seria comparada (instrumento 1 para instrumento 2, 1 para 3, 1 para 4, 1 para 5; instrumento 2 para o instrumento 3, 2 para o 4, 2 para 5; terminando com o instrumento 4 para o instrumento 5). Haveria então 10 contrastes para cada bloco. Como os contrastes representam diferenças para o mesmo material, os contrastes podem ser calculados e as diferenças relatadas para esse padrão de material. Por exemplo, um cinza claro pode ter uma diferença média muito pequena, mas uma cor vermelha brilhante pode ter uma variação muito maior. Finalmente, todas as diferenças para os padrões de material podem ser calculadas como uma média

e um número de diferença esperada será relatado como segue: "A diferença média entre as determinações do instrumento 1-5 é de 0.xx unidades ΔE , onde a métrica de diferença de cor pode ser unidades CIE Lab ou CIEDE2000"⁴.

PRECISÃO

A precisão é um fator crítico na análise de um dispositivo de avaliação de cor e depende da disponibilidade de materiais padrão ou de referência ou artefato em relação aos quais a escala do instrumento possa ser avaliada.

Por não existir uma unidade física fundamental do fator de refletância bidirecional ou bicônica, depende-se totalmente dos materiais de referência certificados distribuídos pelos laboratórios metrologicos nacionais. Eles fornecem materiais para a extremidade alta da escala de refletância, com os quais a incerteza pode ser de até 0,4%. Existem no mercado padrões cerâmicos certificados, mas a incerteza atribuída a esses materiais de referência coloridos secundários é muito grande, de até 1%. Assim, a ISO TR 23031 recomenda que os usuários deixem a avaliação da precisão para os fabricantes.

CONCLUSÃO

A ISO TR 23031 vem ao encontro de uma maior profissionalização da indústria gráfica, que recebe demandas de seus clientes para maior controle de processo e maior precisão de reprodução de cores. A conciliação entre dispositivos de mesmo modelo e de instrumentos de diferentes modelos é fundamental para a cadeia produtiva poder funcionar adequadamente. Hoje essa cadeia lida com esses dois problemas de uma forma empírica; aumentando a tolerância de reprodução (em ΔE , por exemplo), a fim de que as diferenças entre os instrumentos do produtor e do comprador sejam absorvidas pela tolerância acordada. Caso a ISO TR 23031 seja bem implementada, será possível trabalhar com tolerâncias menores, o que favorece as indústrias que investem em conhecimento, mão de obra qualificada e instrumentos de qualidade (sempre calibrados!).

⁴ ISO TR 23013:2018, Assessment and validation of the performance of spectrophotometers and spectrodensitometers, p. 16.

BRUNO MORTARA é superintendente do ONS27, coordenador do TC130/WG13 Conformance Assessment e professor de pós-graduação na Faculdade Senai de Tecnologia Gráfica.