



Bruno Mortara

# Geometria de instrumentos de medição de cor

A aparência de superfícies opacas é uma função da sua refletância espectral em combinação com uma ampla gama de efeitos de superfície tais como brilho, forma, textura etc. Infelizmente, essa combinação de efeitos de superfície e de refletância espectral é difícil de se caracterizar e medir [perfeitamente]. A instrumentação básica disponível para fazer medições de refletância é limitada a três configurações ou geometrias,  $0^\circ/45^\circ$ ,  $45^\circ/0^\circ$  e esfera de integração, com o componente especular excluído ou incluído.

Logo em seu parágrafo introdutório, a norma básica de medição em tecnologia gráfica, a ISO 13655, admite que a medição instrumental da visão humana possui limitações. Porém é o que temos para hoje, e mesmo assim a maioria absoluta das gráficas do país ainda desconhece os benefícios de seu uso como ferramenta de controle da qualidade visual dos produtos fabricados.

Os nossos instrumentos possuem, como veremos a seguir, vários atributos (geometria de iluminante e sensores, tipo de iluminante e artifícios para captura ou não de UV, brilho especular e reflexos, como traps e filtros de corte de UV e filtro polarizador). Neste artigo vamos nos debruçar sobre um deles, a geometria do espectrofotômetro.

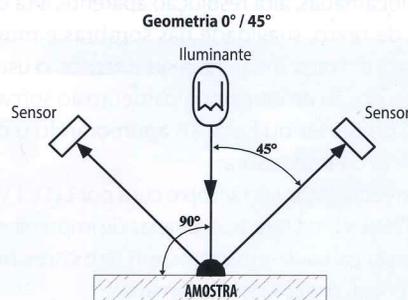
Esse instrumento de medição simula exatamente um observador humano ao olhar um impresso: emite uma luz que reflete sobre a amostra, capturando e avaliando a reflexão recebida. Ora, o iluminante pode ser difuso, não direcional ou direcional. Na avaliação da aparência de imagens impressas sobre papel, as evidências indicam que a geometria  $0^\circ/45^\circ$  ou  $45^\circ/0^\circ$  produz a melhor correlação numérica com o que é observado pelos seres humanos usando a condição de visualização padrão da norma ISO 3664, que prescreve iluminante, sua cor, índice de reprodução de cor e índice de metamerismo para artes gráficas.

É preciso diferenciar o ângulo de incidência do iluminante do ângulo de captura do sensor do

aparelho. No primeiro há a emissão e, após a reflexão sobre a amostra, no segundo ocorre a captura.

## AS DIFERENTES GEOMETRIAS

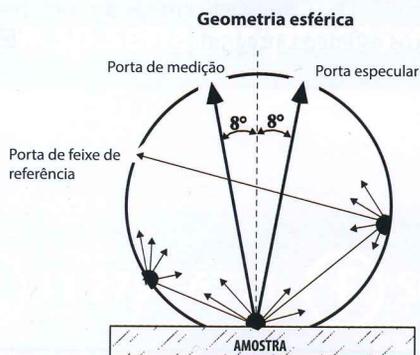
Em artes gráficas geralmente utiliza-se iluminação direcional com geometria de  $0^\circ/45^\circ$  ou  $45^\circ/0^\circ$ . A fonte de luz que ilumina a amostra está num ângulo de  $0^\circ$  em relação à perpendicular da amostra, enquanto o sensor que capta a reflexão está na a  $45^\circ$  (1). Os instrumentos utilizados na maioria das gráficas possuem essa geometria, especialmente indicada para amostras como papel, onde existe uma estrutura de superfície, além da tinta sobre o papel, que deve ser capturada e medida. O ângulo do brilho especular, em que a luz é refletida diretamente, é também de  $0^\circ$ . Os sensores de captura estão localizados a  $45^\circ$  em relação ao ângulo especular.



**Figura 1**  
Instrumento com geometria  $0^\circ/45^\circ$   
Fonte: <https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00015a.pdf>

Outra geometria utilizada em aplicações industriais é a de  $8^\circ$ . Ela possui um dispositivo que proporciona uma iluminação difusa (2). A luz é projetada em uma esfera cujo interior é revestido com uma substância branca altamente refletora. Um elemento óptico no interior da esfera impede que raios direcionais atinjam a amostra diretamente. A amostra é colocada em uma abertura da esfera e é iluminada a partir de todas as direções com um iluminante que se comporta quase como um

difusor perfeito. Numa abertura na parte superior da esfera está posicionado o sensor de captura que recebe o reflexo da superfície da amostra, posicionado a um ângulo de  $8^\circ$  em relação à perpendicular da amostra. Alguns instrumentos têm sistemas para impedir que a reflexão especular a partir da superfície da amostra atinja o sensor.



**Figura 2**  
Esquema de um instrumento com esfera de integração e captura a  $8^\circ$ , d  $8^\circ$ .  
Fonte: <https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00015a.pdf>

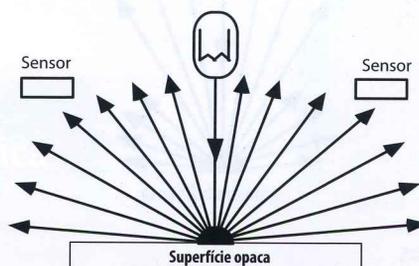
Há também a geometria esférica a  $0^\circ$ , amplamente utilizada na indústria papeleira. Da mesma forma que a geometria d  $8^\circ$ , a amostra é iluminada uniforme e difusamente. O sensor, no entanto, fica a uma posição de  $0^\circ$ , fazendo com que exclua naturalmente os brilhos especulares. Os valores de medição obtidos são comparáveis às da medição da geometria de  $8^\circ$ .

No entanto, para aplicações especiais, pode ser necessário o uso de outras geometrias. Entre essas estão a medição sobre superfícies não celulósicas como filmes plásticos e metalizados, onde a refletância excessiva do suporte exige uma iluminação difusa. Nesses casos o efeito dos reflexos em múltiplas direções, denominado de especular, não pode ser adequadamente avaliado por uma única geometria esférica devido à dependência do ângulo de medição. É necessário ter uma medição sob diversos ângulos, na qual a amostra é iluminada a menos de  $45^\circ$ . Os ângulos de medição são descritos como ângulos "fora do especular". Na indústria se usam os ângulos de  $45^\circ$ : as  $25^\circ$ ,  $45^\circ$ : as  $45^\circ$  e  $45^\circ$ : as  $75^\circ$ . Em alguns casos, são necessárias combinações adicionais de ângulos, tal como  $45^\circ$ : as  $15^\circ$  ou  $45^\circ$ : as  $110^\circ$ .

Qual instrumento devo utilizar?

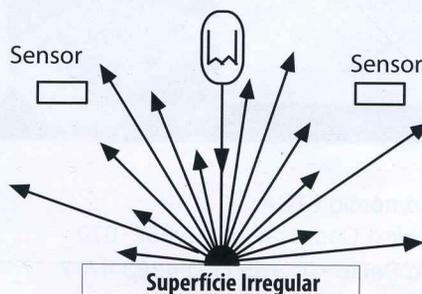
Devo utilizar um instrumento  $0^\circ/45^\circ$  ou um

esférico? Devo incluir o brilho especular ou não? As imagens a seguir ilustram como se comportam os raios de luz refletidos em amostras impressas, dando uma ideia melhor de como escolher o instrumento correto. Na figura 3 observa-se a reflexão a partir de uma superfície fosca e regular. Podemos observar que a quantidade de luz refletida é constante em todos os ângulos e se medirmos com um instrumento com brilho incluído ou excluído, geometria  $0^\circ/45^\circ$  ou esférica, obteríamos resultados quase idênticos.



**Figura 3**  
Esquema de uma medição sobre substrato opaco e regular.  
Fonte: <https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00015a.pdf>

Já na figura 4, a luz é refletida a partir de uma superfície bem irregular ou texturizada. A quantidade de luz refletida varia muito em função do ângulo de reflexão. Ao medir uma superfície como essa com um instrumento  $0^\circ/45^\circ$ , pode-se obter uma variação muito grande de valores nas leituras, dependendo do local medido, pois a maior parte da radiação que reflete da amostra é perdida devido a sua difusão em muitas direções. Essa perda pode ser compensada com o uso de instrumento de medição de esfera integrada.



**Figura 4**  
Esquema de uma medição sobre substrato irregular.  
(Fonte: <https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00015a.pdf>)

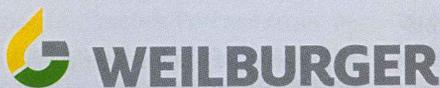
A figura 5 mostra o comportamento da reflexão sobre materiais de alto brilho e superfície regular, que produzem brilho especular. Podemos ver que a maior parte da luz é refletida no ângulo especular ou perto dele (perpendicular à amostra). Se medirmos esse tipo de superfície com uma esfera, vamos obter uma grande variação entre leituras com e sem brilho especular.



**Figura 5**  
Esquema de uma medição sobre substrato brilhante.  
Fonte: <https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00015a.pdf>

Em artes gráficas ainda não há uma normalização a respeito da medição e condições padronizadas para amostras de alto brilho. Uma vez que a indústria de embalagens está assumindo a dianteira entre os segmentos mais importantes do setor gráfico, a qual utiliza em abundância substratos com brilho especular como plásticos e metalizados, esperamos para breve uma atualização da ISO 13655 que inclua medição com instrumentos esféricos integrados. ■

**BRUNO MORTARA** é superintendente do ONS27, coordenador do ISO / TC130 / WG13 – Avaliação da Conformidade e professor de pós-graduação na Faculdade Senai de Tecnologia Gráfica.



## Seu especialista em acabamentos.

### Vernizes Ultravioleta

- Brilho
- Fosco
- Hot Stamp
- Serigrafia
- Flexografia
- Off-Set

### Vernizes Base Água

- Hidrogloss Brilho, Fosco e Acetinado
- Soft Feel (Toque de seda)
- Blister L'acqua
- Primers

Weilburger Brasil Indústria e Comércio LTDA.  
Estrada Sadae Takagi, 80 • Bairro Cooperativa • 09852-070  
São Bernardo do Campo • São Paulo • T: +55 (11) 4393 4777  
vendas@weilburger.com.br • [www.weilburger.com](http://www.weilburger.com)  
EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001:2015

