

Fundamentos do Processamento de Imagens

SCC0251 - Processamento de Imagens
Profa. Leo Sampaio Ferraz Ribeiro

Slide para não esquecer de passar a lista



Júpiter - Sistema de Gestão Acadêmica da Pró-Reitoria de Graduação

Lista de Presença

Unidade: 55 Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Disciplina: SCC0251 Processamento de Imagens
Turma: 2025101 - Teórica
Período: 24/02/2025 - 07/07/2025
Disciplina COM 2ª Avaliação.

Horário Prof(a).
qua 08:10 09:50 Leo Sampaio Ferraz Ribeiro
sex 08:10 09:50 Leo Sampaio Ferraz Ribeiro

NºUSP	Ingr.	Curso	Nome	dia __/__/__	dia __/__/__	dia __/__/__
14712657	28/02/2024	55041	Allan Vitor de Souza Silva			
13687196	11/02/2022	55071	Amabile Pietrobon Ferreira			
13687108	23/02/2022	55090	Arthur Hiratsuka Rezende			
12691964	13/03/2023	55041	Arthur Pin			
13671532	11/02/2022	55041	Arthur Queiroz Moura			
12745212	03/05/2021	97001	Asafe Henrique de Oliveira Franca			
12542481	16/04/2021	55041	Bernardo Maia Coelho			
12733212	29/04/2021	55041	Bernardo Rodrigues Tameirao Santos			
14745682	13/03/2023	55071	Bruno Batista Pereira da Silva			
13672220	25/03/2022	55041	Camila Donda Ronchi			
12542630	18/03/2021	55041	Carlos Filipe de Castro Lemos			
14746015	24/02/2025	55090	Diego Gladcheff Munhoz			
12556973	25/02/2022	55041	Eduarda Fritzen Neumann			
14568142	27/01/2023	55090	Enzo Castelo Branco Biondi			
13781841	07/03/2022	55041	Enzo Yasuo Hirano Harada			
12547423	13/03/2023	55041	Fabricao Sampaio			

Objetivos do Curso

Fornecer ao aluno os subsídios necessários para a manipulação de imagens via computador, indicando as áreas de aplicação e as principais técnicas utilizadas.

Conteúdo

- 1 Imagem e Imagem Digital
- 2 Visão Natural
- 3 Aquisição Digital: Amostragem e Quantização

Imagens

Definição

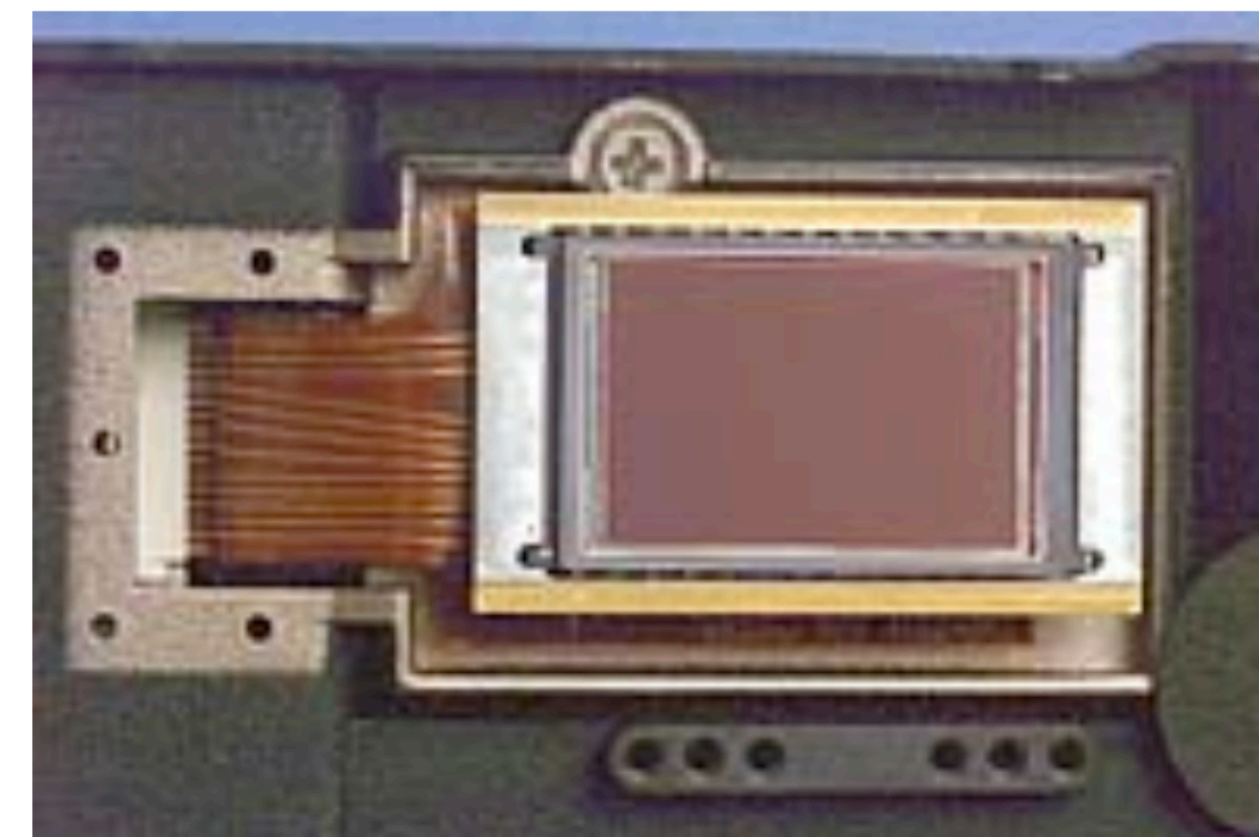
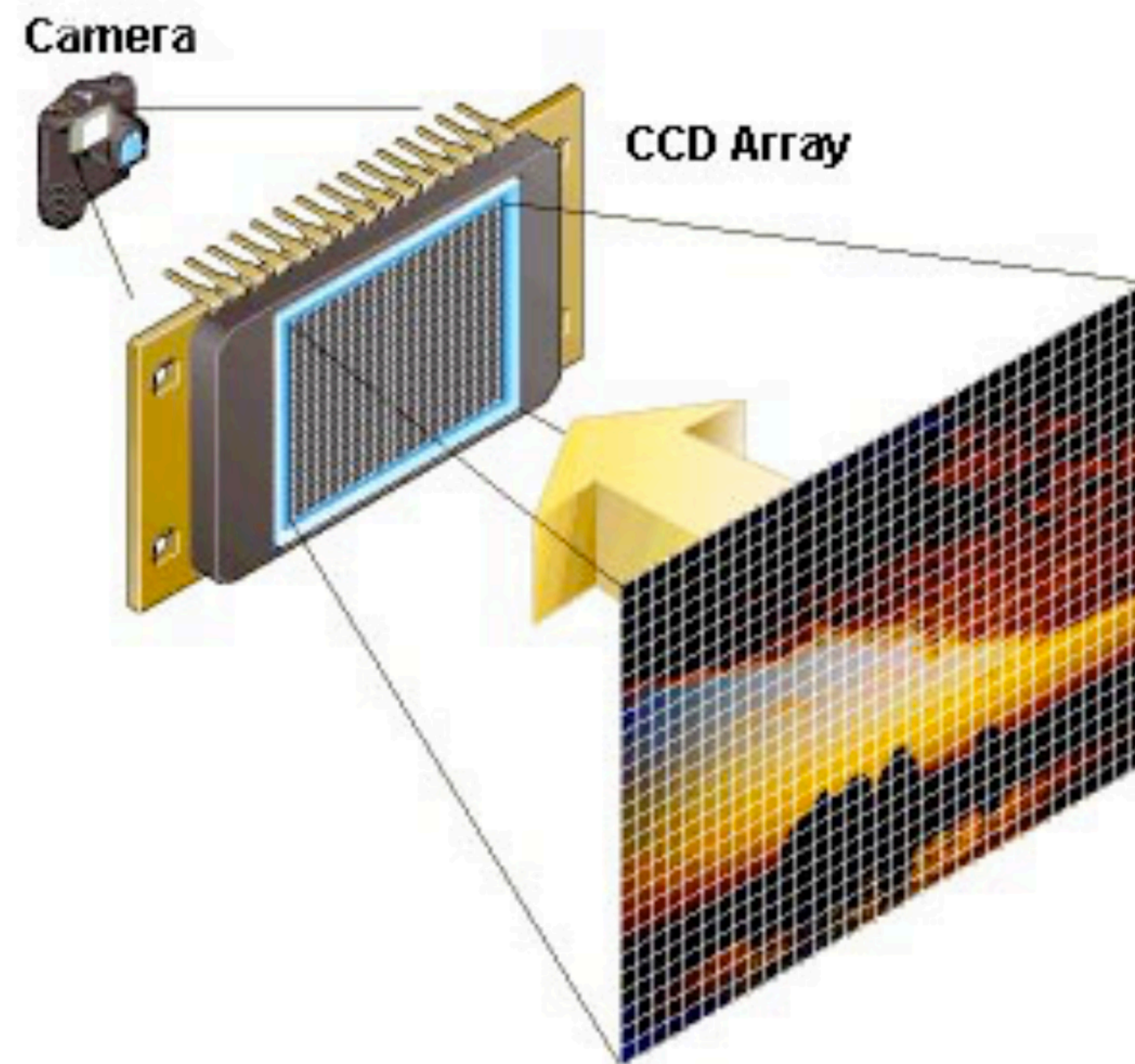
- Uma imagem pode ser representada como uma função bidimensional $f(x, y)$ que descreve a intensidade da luz.
- As coordenadas x e y representam a posição espacial da imagem.
- O valor de $f(x, y)$ em uma determinada coordenada representa a intensidade da luz ou da cor.
- Na prática, essas funções são definidas como regiões retangulares.
- A imagem pode ser contínua no espaço e na amplitude.



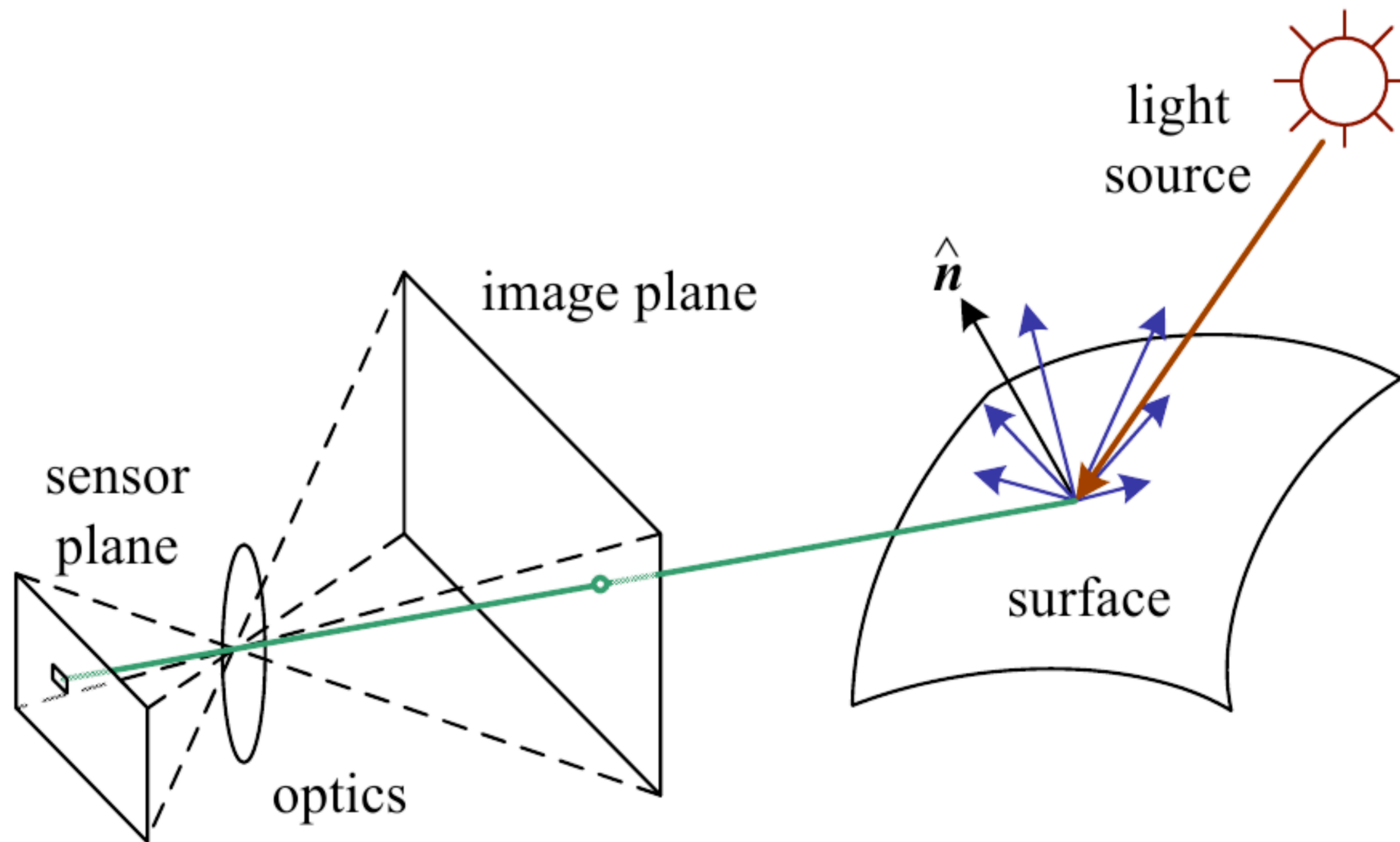
Aquisição de Imagens



Aquisição de Imagens



Formação de Imagens



Pipeline de Geração de Imagens Digitais

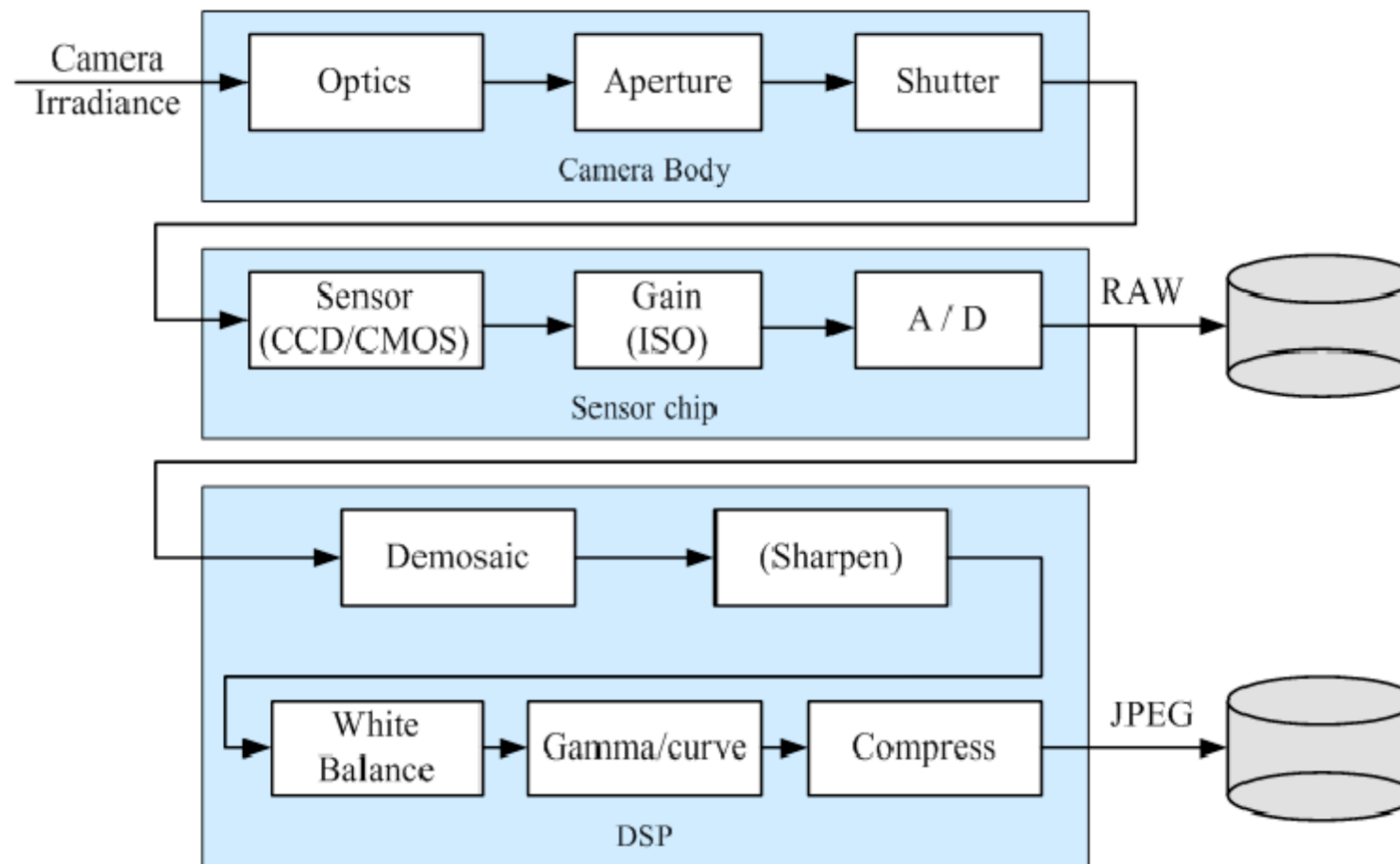


Imagem Digital

- Ao adquirir imagens, a função contínua é amostrada e sua amplitude é quantizada.
- Como resultado, uma imagem digital é uma representação da imagem em uma matriz bidimensional de amostras discretas.
- Cada elemento dessa matriz é chamado de pixel.

Imagem Digital: Sensor CCD

- A luz é capturada através do sistema de lentes e integrada durante o tempo de exposição (geralmente expresso em frações de segundo).
- O sensor CCD (dispositivo de carga acoplada) possui células fotossensíveis que acumulam elétrons em proporção à quantidade de fótons capturados.
- Após a exposição, os elétrons se movem de célula para célula até chegar ao amplificador, onde ocorre a conversão de carga para voltagem.

Imagem Digital: Sensor CCD

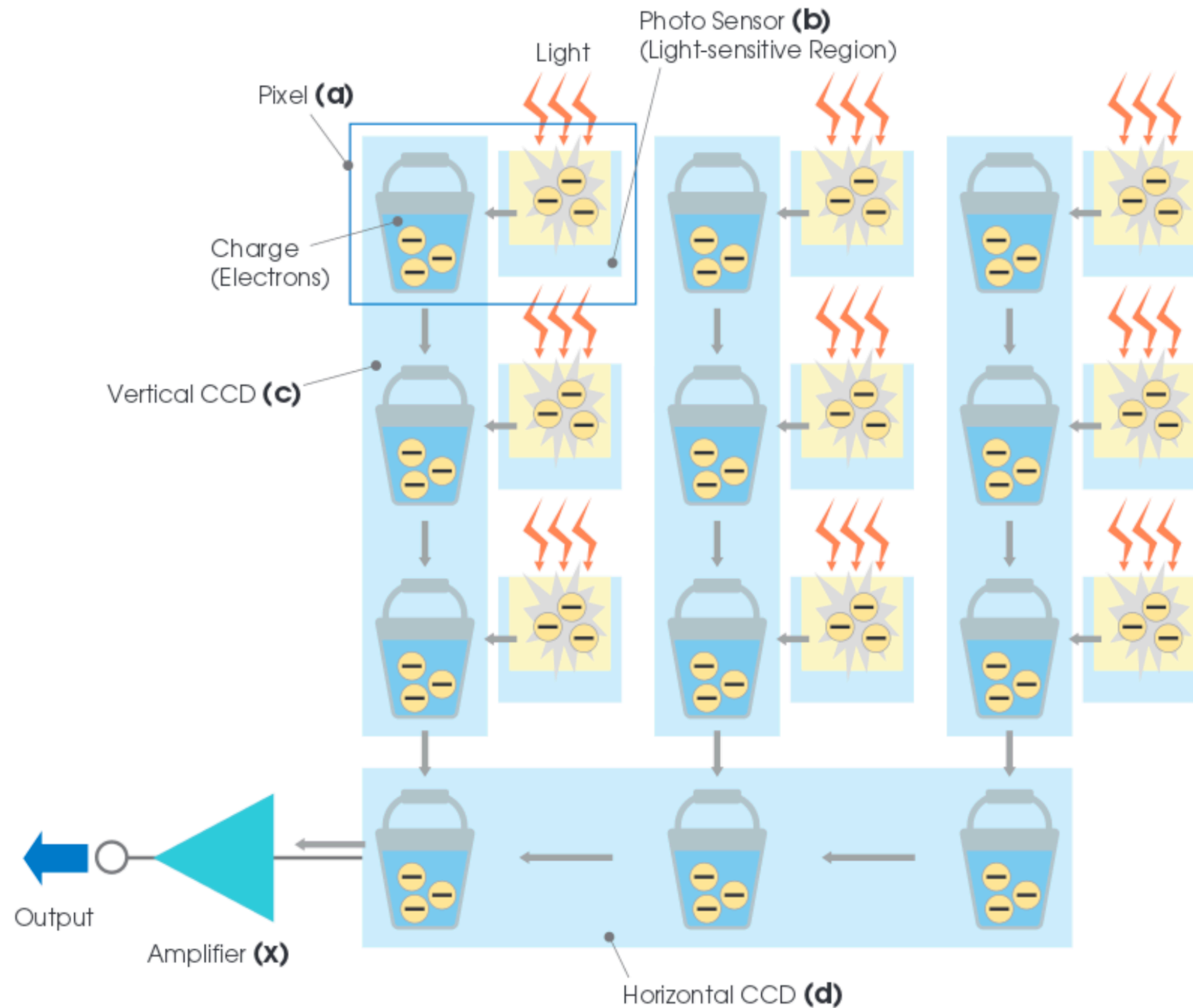


Imagem Digital: Sensor CMOS

- O sensor CMOS (Semicondutor de Óxido de Metal Complementar) é um sensor ativo de pixels.
- Os fótons afetam diretamente a condutividade de cada célula, que é localmente amplificada.
- O sensor CMOS é mais suscetível à dispersão de energia entre células vizinhas do que os sensores CCD.
- A transmissão dos dados ocorre por microfios

Imagem Digital: Sensor CMOS

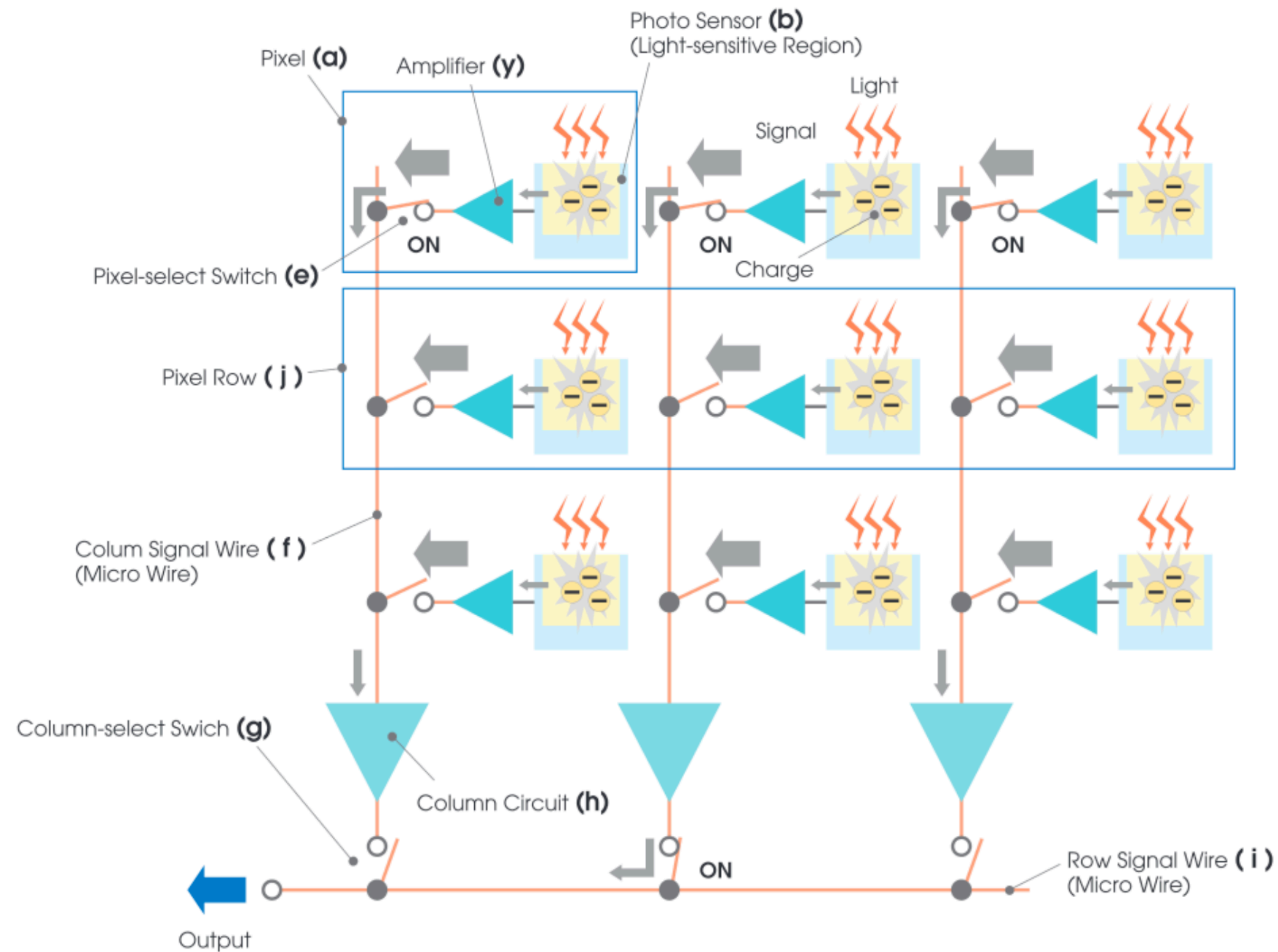


Imagem Digital: Filtros de Cor

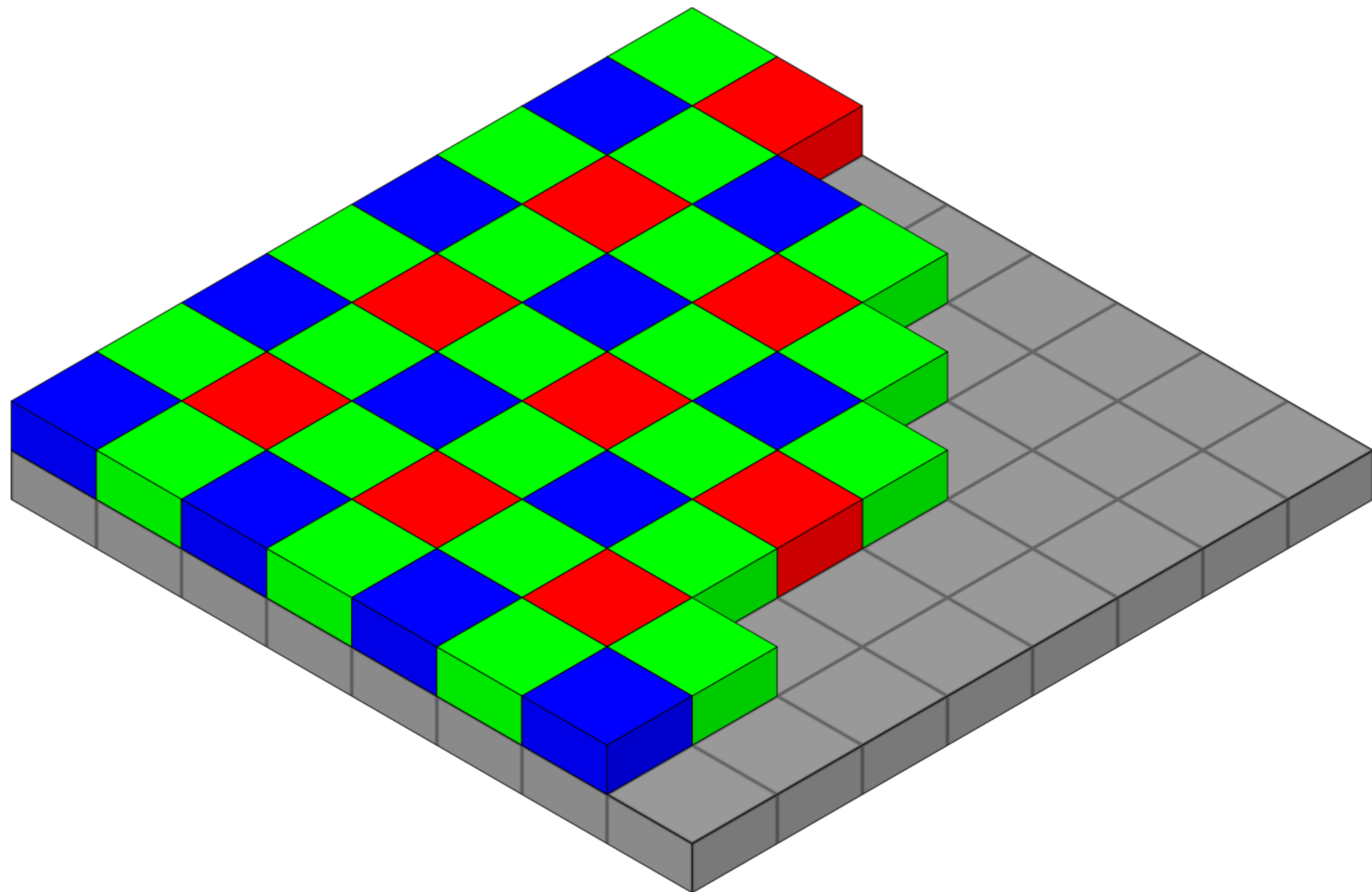
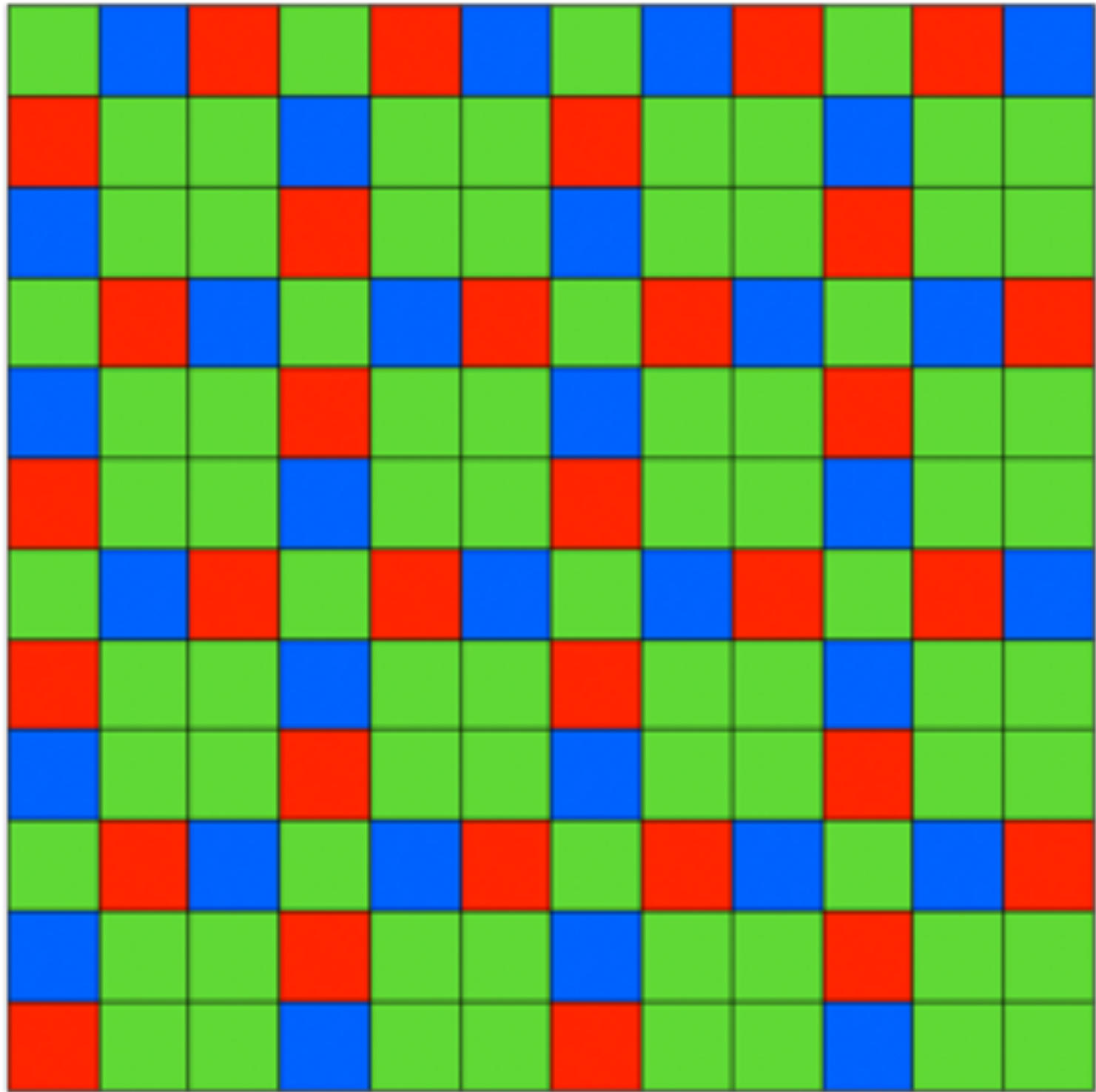
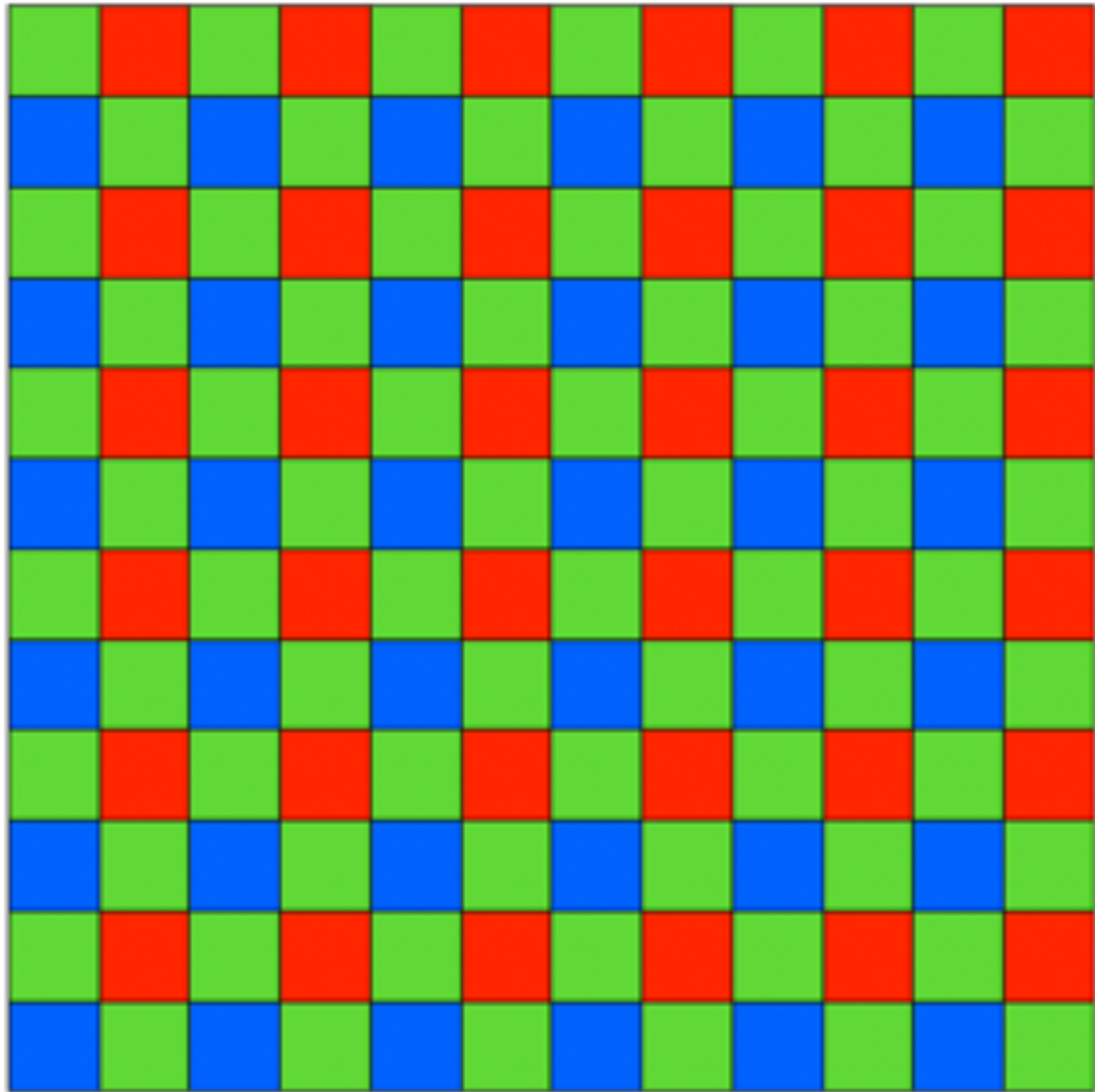
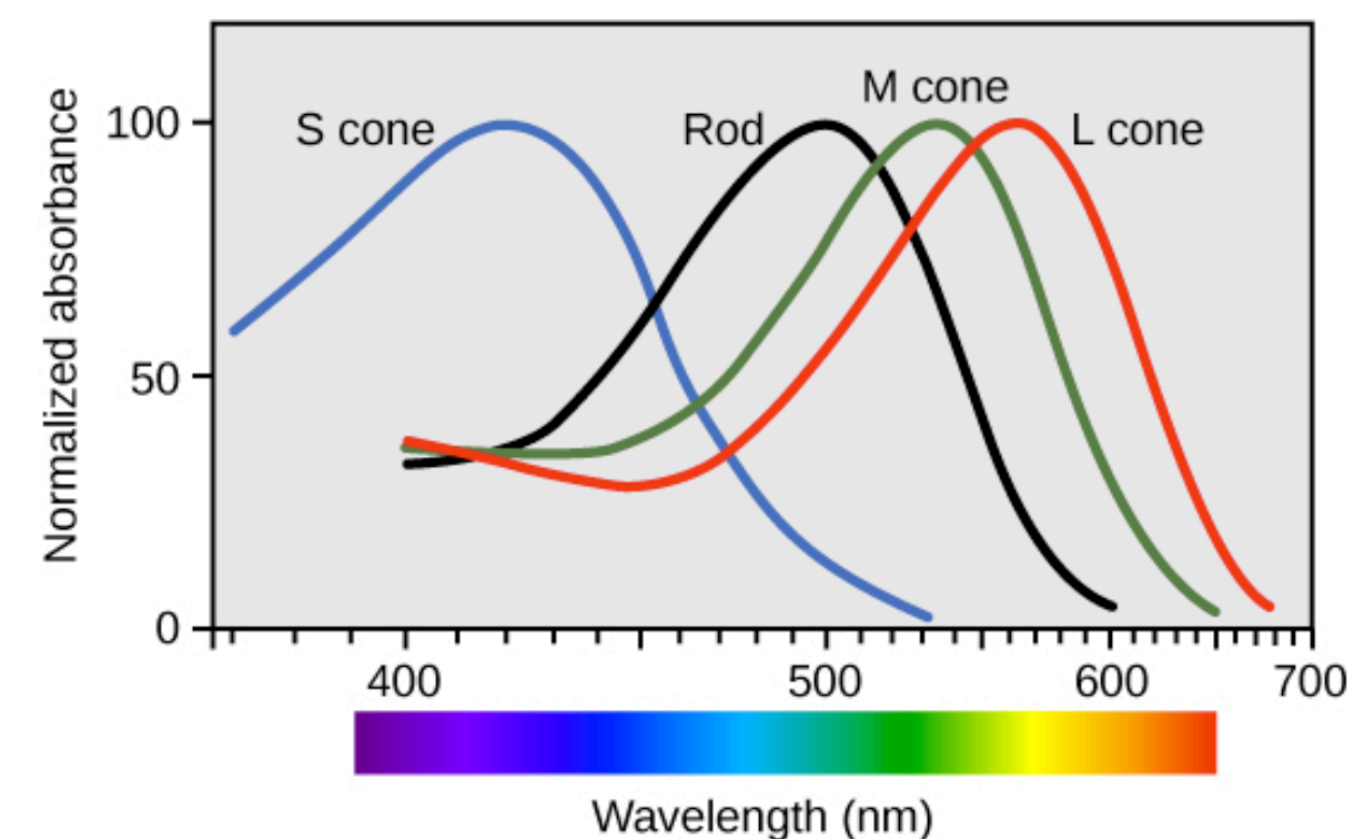
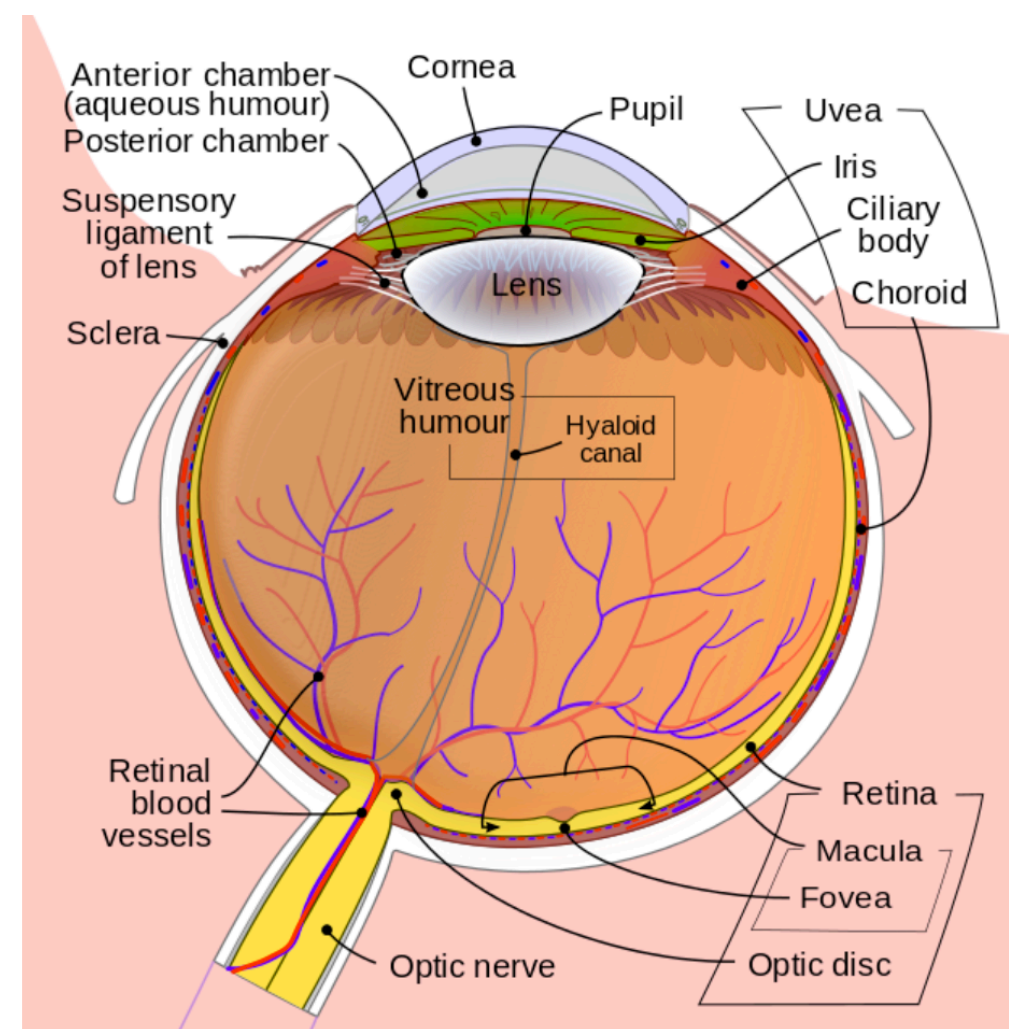


Imagem Digital: Filtros de Cor



Visão Natural

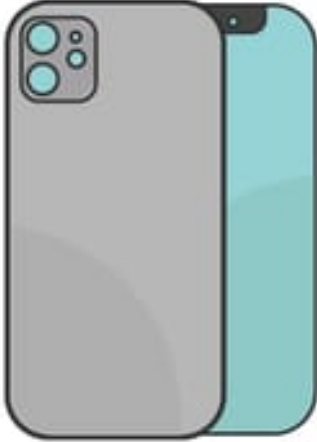
- As principais partes do olho envolvidas na visão são: córnea, pupila, lente, retina e nervo óptico.
- A córnea, pupila e lente controlam a quantidade de luz que entra no olho e como ela é refratada.
- A retina e a fóvea contêm células fotossensíveis chamadas bastonetes e cones, responsáveis por captar a luz e diferenciar cores.
- O nervo óptico transmite os sinais captados pela retina para o cérebro.



Amostragem e Resolução

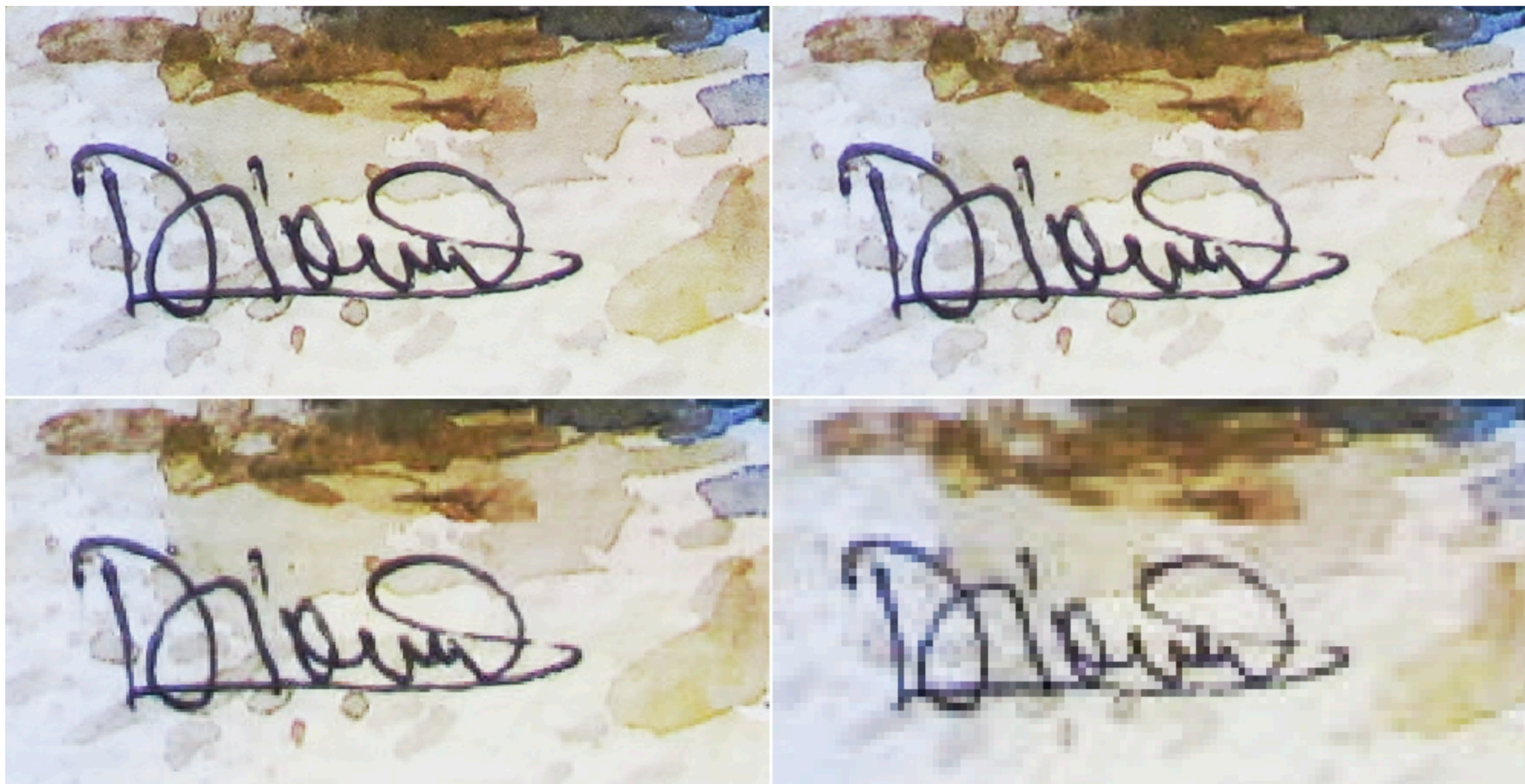
- O tamanho do sensor é o principal fator que determina a qualidade da imagem, seguido pelo ganho analógico (que pode ser ajustado via ISO) e pelo ruído do sensor.
- Um maior número de megapixels nem sempre significa uma melhor qualidade da imagem.
- Diferentes sensores possuem tamanhos variados, que impactam a captação de luz e a resolução final da imagem.

Amostragem e Resolução

	MEDIUM FORMAT	FULL-FRAME	APS-C	MICRO 4/3	1"	1/2.55"
PICTURE						
SENSOR SIZE	53.0 X 40.20 MM	35.00 X 24.00 MM	23.6 X 15.60 MM	17.00 X 13.00 MM	12.80 X 9.60 MM	6.17 X 4.55 MM
CROP FACTOR	0.64	1	1.52	2	2.7	5.62
CAMERA						

<https://capturetheatlas.com/camera-sensor-size/>

Amostragem e Resolução



Amostragem e Resolução

- A resolução espacial da visão humana é a quantidade de detalhes que conseguimos distinguir em uma cena.
- O campo visual humano cobre aproximadamente 24000×24000 pontos, o que equivale a cerca de 576 megapixels.
- No entanto, o cérebro não processa todos esses detalhes de uma vez. Em um único olhar, processamos uma região menor, algo entre 5 e 15 megapixels.
- As telas digitais tentam imitar essa percepção contínua, tentando gerar imagens que parecem naturais para o olho humano.

Amostragem e Resolução

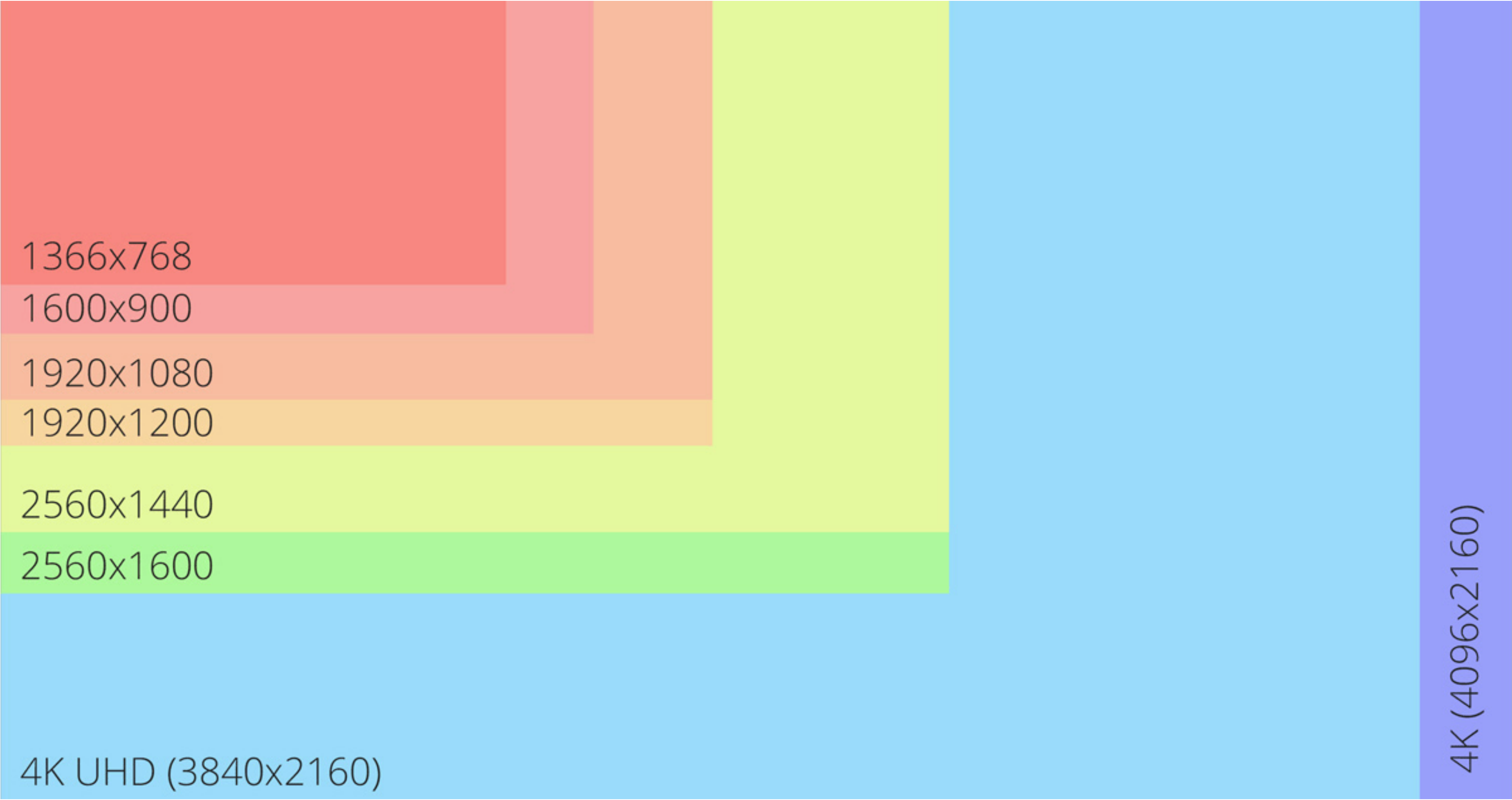
Telas

- SD (padrão): 512 × 480
- HDTV: 1280 × 720 (720p)
- Full HD: 1920 × 1080 (1080p)
- 4K: 3840 × 2160
- 8K: 7680 × 4320

Aspectos (ou razões)

- 4:3
- 16:9
- 21:9

Amostragem e Resolução



Amostragem e Resolução

Original



Amostragem e Resolução

1080p



Amostragem e Resolução

720p



Amostragem e Resolução

420p



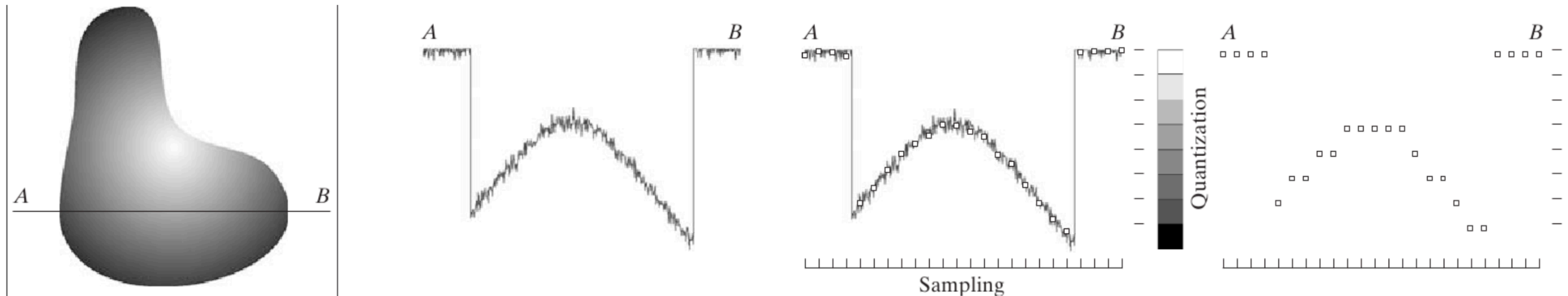
Amostragem e Resolução

**128
pixels de
altura**



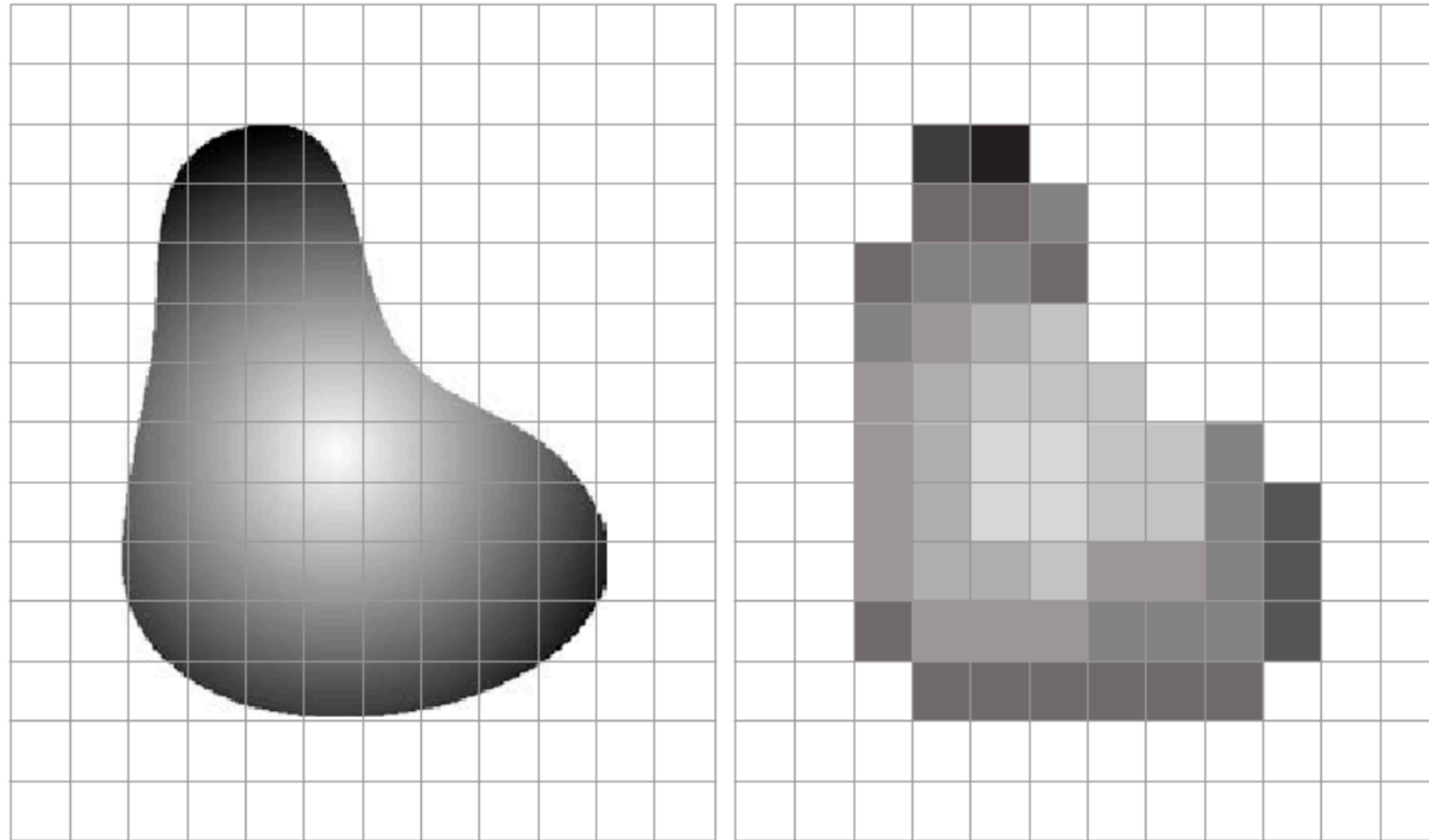
Quantização e Número de Cores

Após a amostragem, cada valor real da imagem precisa ser convertido para um valor discreto, definido pelo número de bits disponíveis.



Quantização e Número de Cores

Após a amostragem, cada valor real da imagem precisa ser convertido para um valor discreto, definido pelo número de bits disponíveis.



Percepção Humana sobre Cores

Quantas cores nós conseguimos distinguir?

Aproximadamente 100 milhões de cores (ainda em pesquisa)

Percepção Humana sobre Cores

24 bits



08 bits



04 bits



03 bits



Componentes de Cor



Red (R)



Green (G)



Blue (B)

Componentes de Cor



Red (R)



Green (G)



Blue (B)



24 bits (8 + 8 + 8)

Níveis de Intensidade

Quantização com poucos níveis pode gerar contornos falsos

32 levels



64 levels



128 levels



256 levels



Quantização

Quantização em dois níveis (binária)

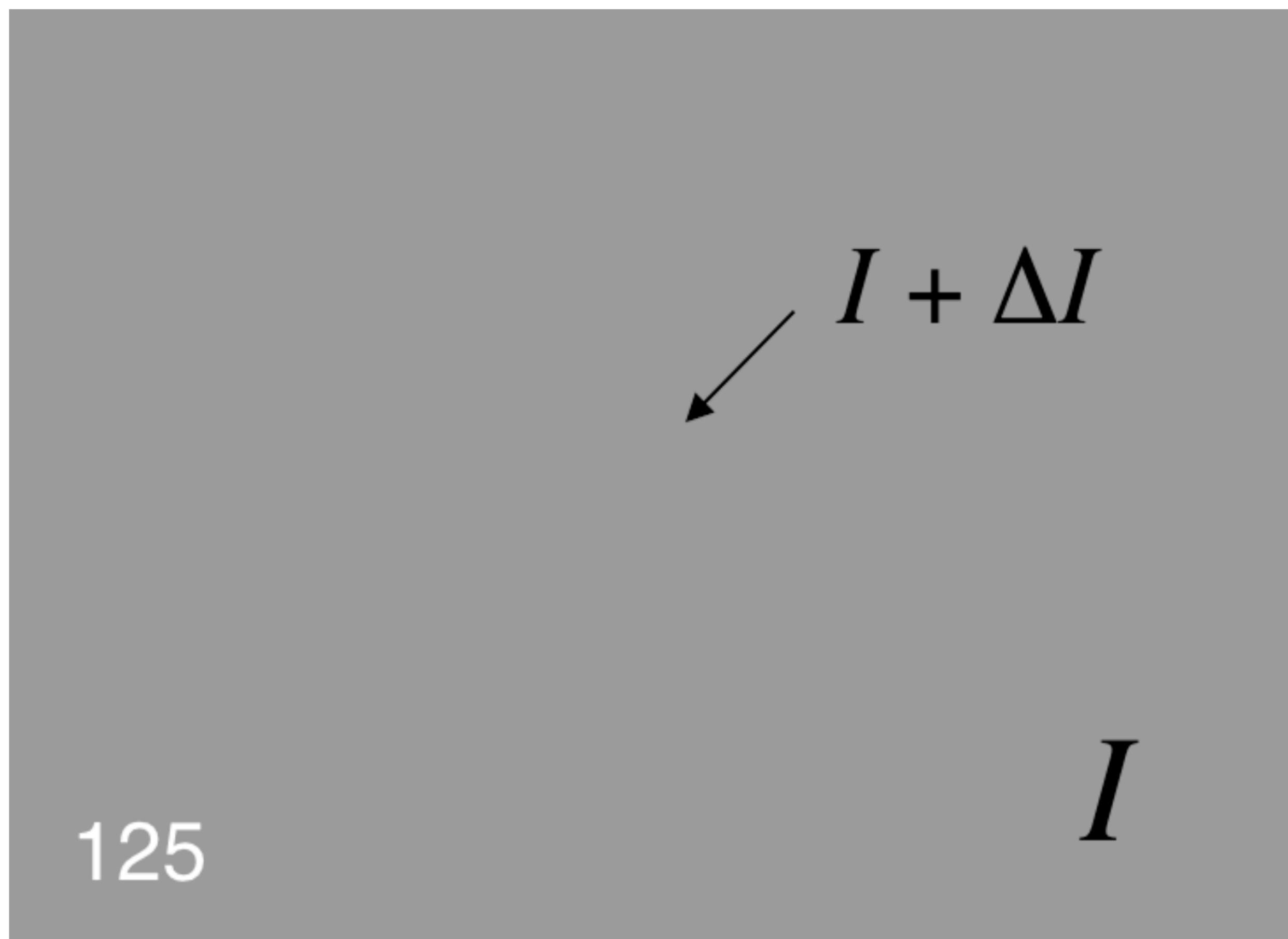


Discriminação Humana

Weber encontrou empiricamente um limiar mínimo para distinção de brilho

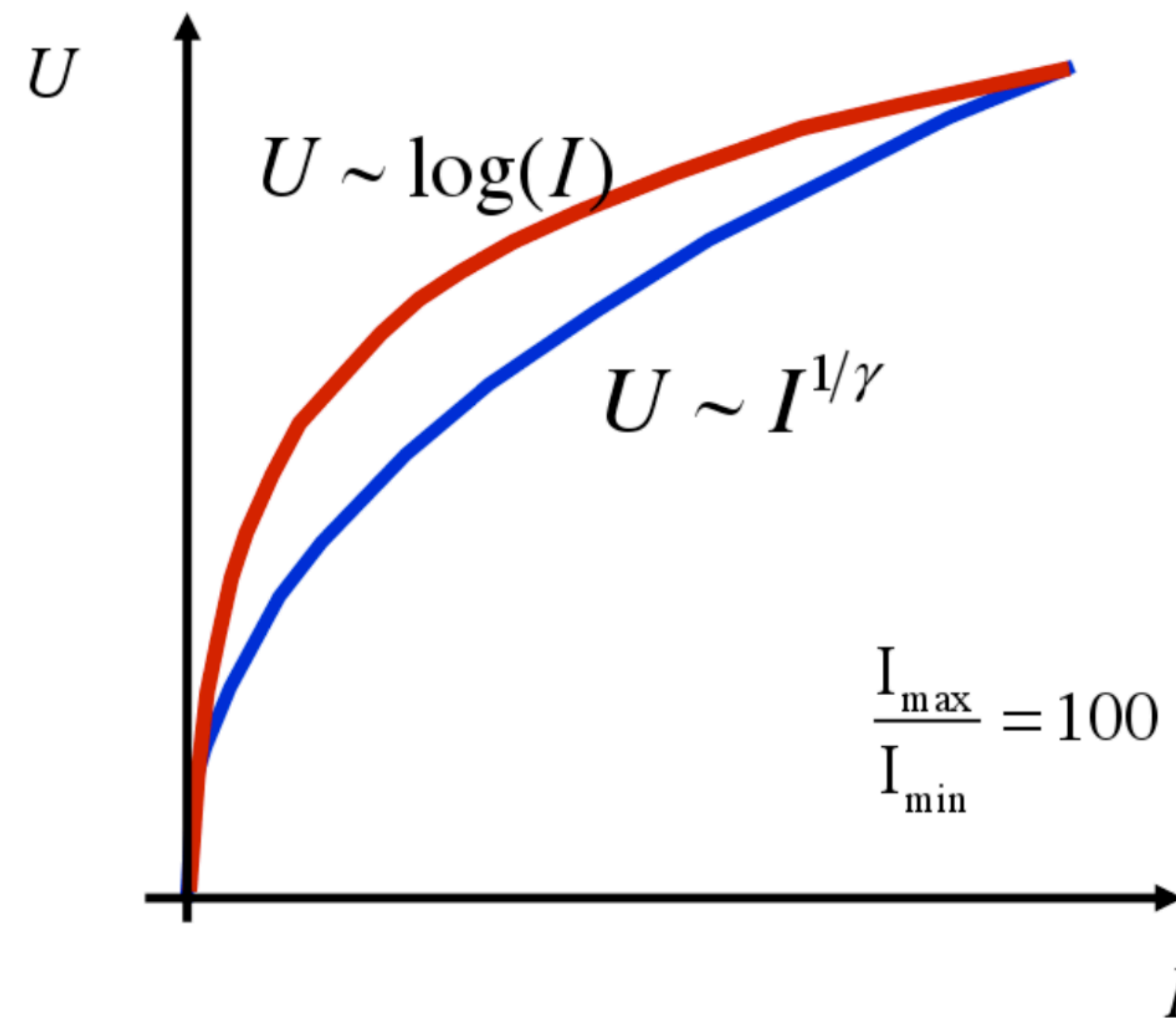
$$\frac{\Delta I}{I} \approx K_{\text{Weber}} \approx 1..2 \%$$

Lei de Fechner-Weber:
a percepção humana de
brilho é uniforme em $\log(I)$



Correção log vs. gamma

Câmeras e monitores utilizam pré-distorção gama para ajustar as imagens à percepção humana do brilho, que é logarítmica.



Dúvidas?

SCC0251 - Processamento de Imagens
Profa. Leo Sampaio Ferraz Ribeiro