

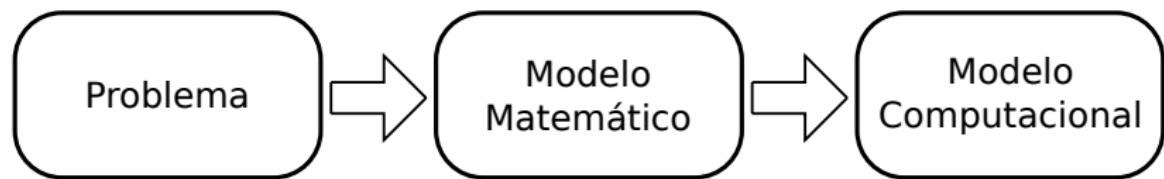
# Compressão de imagens

Adriano Barbosa

<https://adrianobarbosa.xyz>

Julho, 2022

# Modelagem de problemas

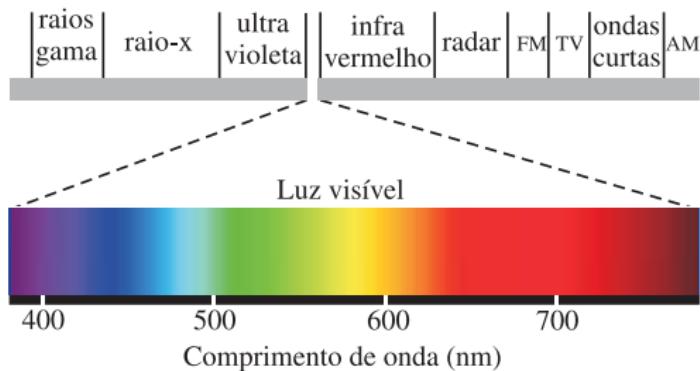


## Nosso problema

Comprimir imagens no computador.

# Como vemos uma imagem?

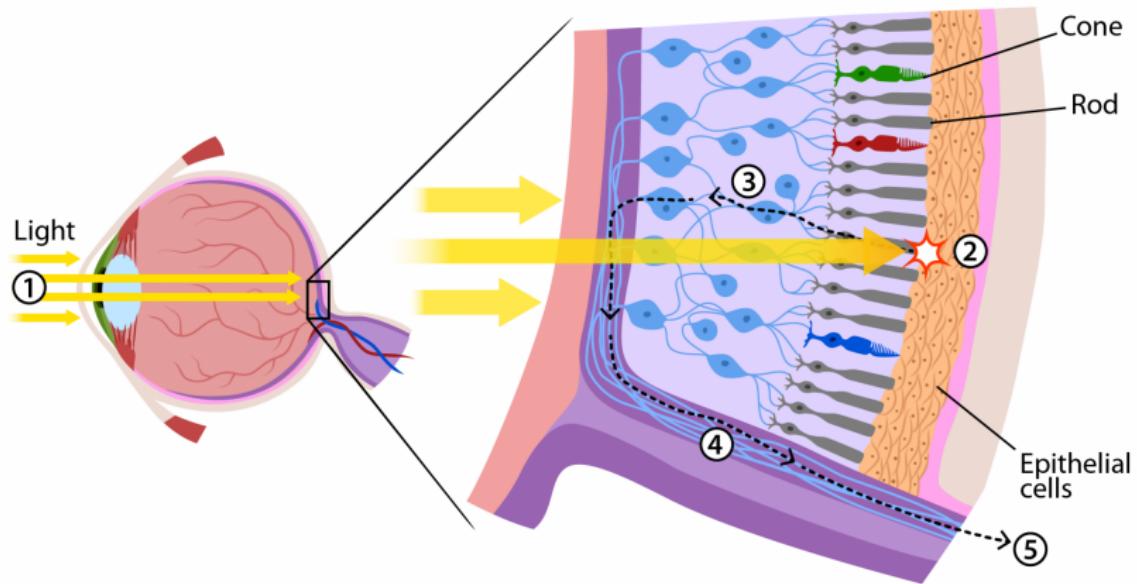
Luz



Fonte: Gomes, J. e Velho, L., Fundamentos de Computação Gráfica

# Como vemos uma imagem?

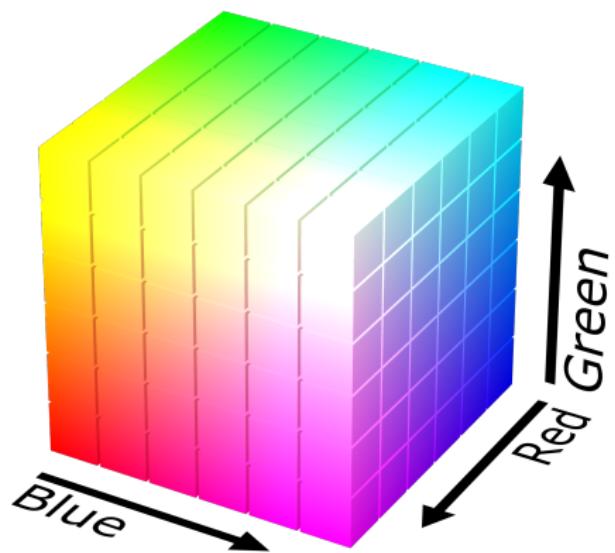
## Olho



Fonte: <https://askabiologist.asu.edu/rods-and-cones>

# Como vemos uma imagem?

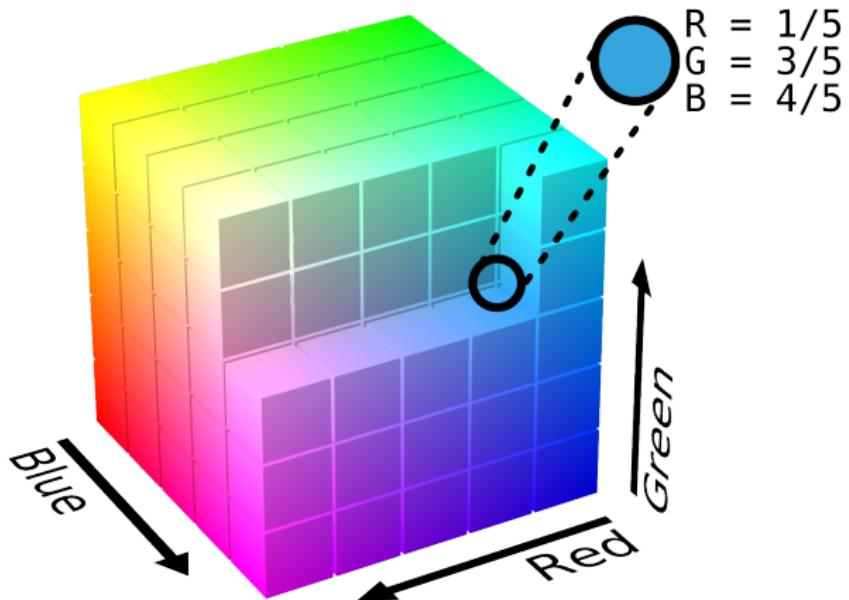
Sistema **RGB**



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/RGB\\_color\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model)

# Como vemos uma imagem?

Sistema **RGB**



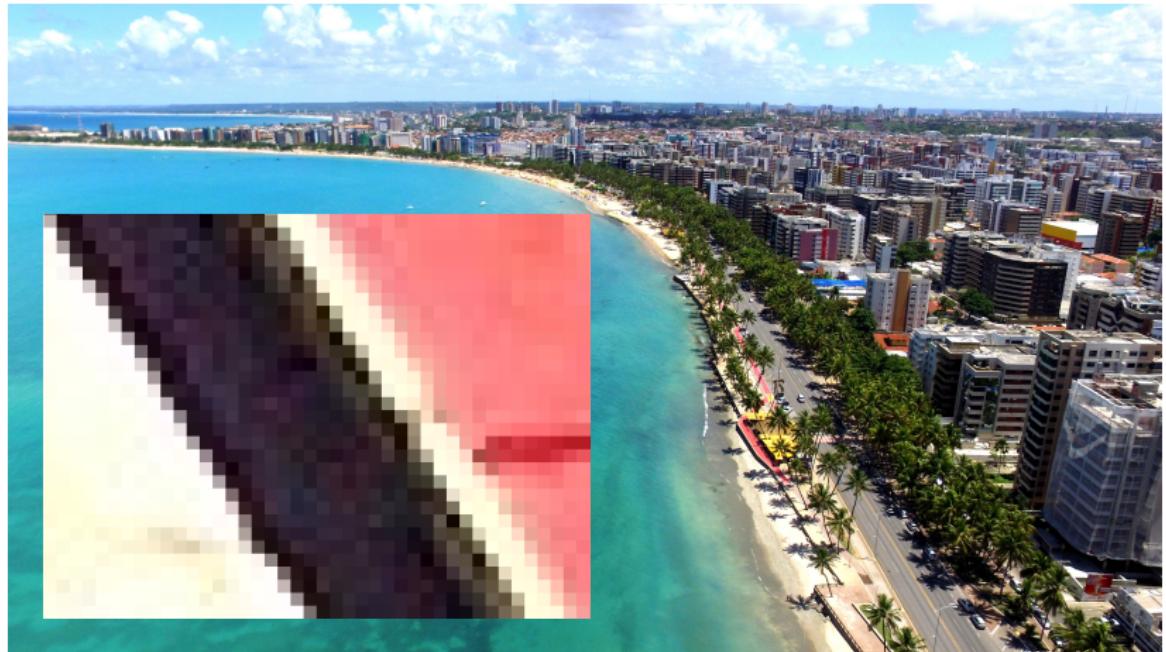
Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/RGB\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_space)

# Uma imagem no computador



Fonte: Márcio no Mundo

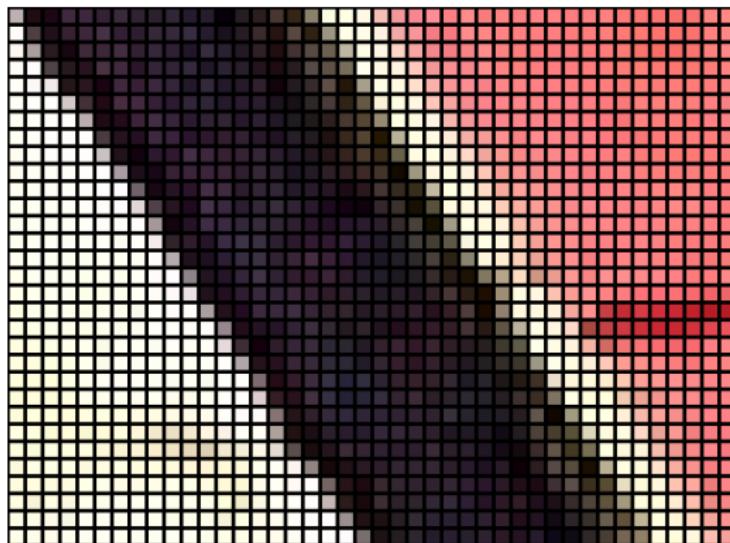
# Uma imagem no computador



Fonte: Márcio no Mundo

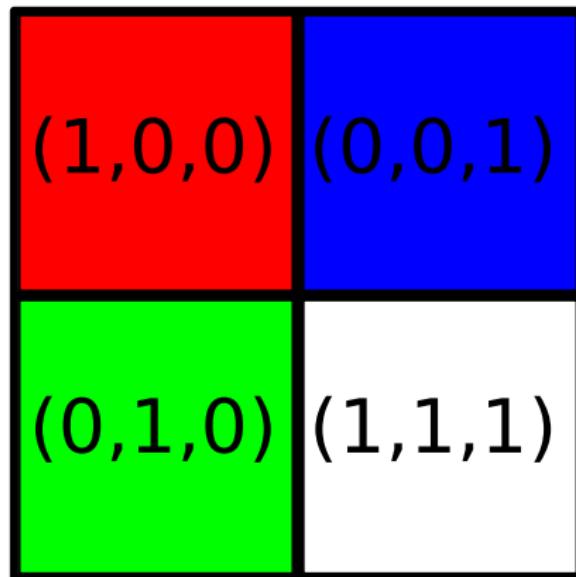
# Uma imagem no computador

Matrizes



# Uma imagem no computador

## Matrizes

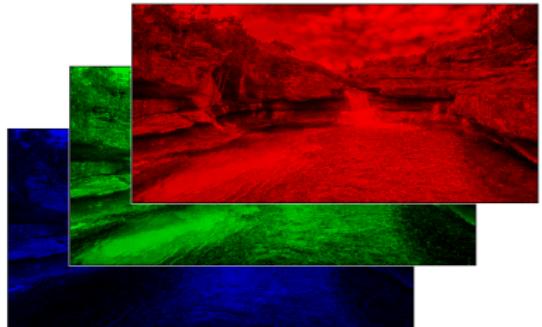


# Uma imagem no computador

Matrizes



=



Fonte: Mario Carvajal

## Decomposição SVD

Dada  $A_{m \times n}$ , existem matrizes  $U_{m \times m}$ ,  $D_{m \times n}$  e  $V_{n \times n}$  tais que

$$A = UDV^T$$

## Decomposição SVD

Dada  $A_{m \times n}$ , existem matrizes  $U_{m \times m}$ ,  $D_{m \times n}$  e  $V_{n \times n}$  tais que

$$A = UDV^T$$

$$\begin{bmatrix} A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} | & | & | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bullet & & & \\ & \ddots & & \\ & & \ddots & \\ & & & \bullet \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{bmatrix}$$

## Decomposição SVD

Dada  $A_{m \times n}$ , existem matrizes  $U_{m \times m}$ ,  $D_{m \times n}$  e  $V_{n \times n}$  tais que

$$A = UDV^T$$

$$\begin{bmatrix} A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} | & | & | & | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bullet & & & \\ & \bullet & & \\ & & \bullet & \\ & & & \bullet \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} | & | & | & | \end{bmatrix}$$

# Decomposição SVD

$$\begin{bmatrix} A \end{bmatrix} = \bullet \cdot \begin{bmatrix} | \\ | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{---} \end{bmatrix} + \bullet \cdot \begin{bmatrix} | \\ | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{---} \end{bmatrix}$$
$$+ \bullet \cdot \begin{bmatrix} | \\ | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{---} \end{bmatrix} + \bullet \cdot \begin{bmatrix} | \\ | \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{---} \end{bmatrix}$$

## Decomposição SVD

$$\begin{bmatrix} A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{yellow stars} \\ \text{yellow stars} \\ \text{yellow stars} \\ \text{yellow stars} \\ \text{yellow stars} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{cyan stars} \\ \text{cyan stars} \\ \text{cyan stars} \\ \text{cyan stars} \\ \text{cyan stars} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{green stars} \\ \text{green stars} \\ \text{green stars} \\ \text{green stars} \\ \text{green stars} \end{bmatrix}$$

# Compressão de imagem

Imagen original



Tamanho:  $2448 \times 3264$

# Compressão de imagem

Imagen original



Tamanho:  $2448 \times 3264$

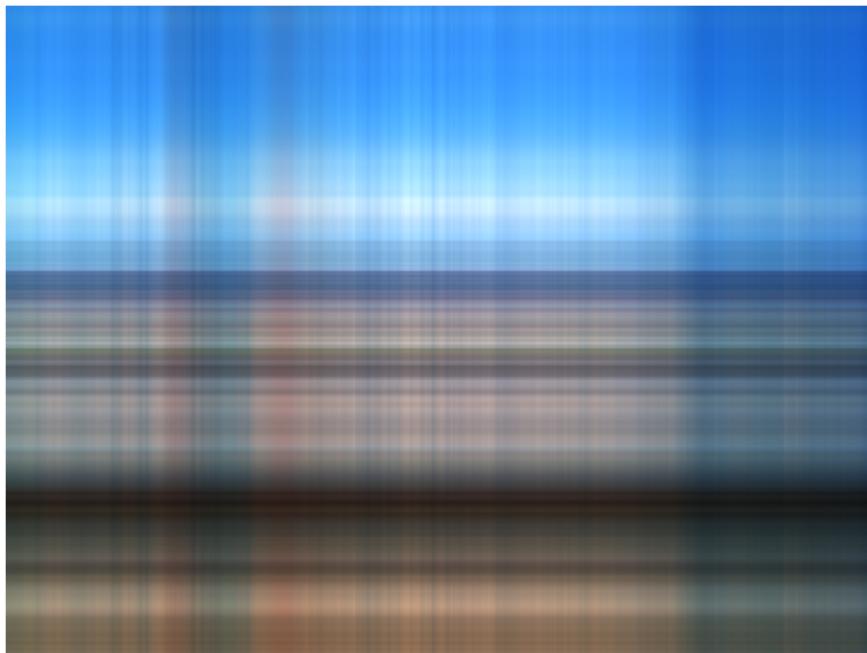
Números reais:  $2448 \times 3264 \times 3 = 23.970.816$

# Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :)$$

# Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :)$$



Apenas 1 parcela

Números reais:  $(1 + 2448 + 3264) \times 3 = 17.139$  (0,07%)

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{10,10} \cdot u(:, 10) \cdot v(10, :)$$

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{10,10} \cdot u(:, 10) \cdot v(10, :)$$



Com 10 parcelas

Números reais:  $(1 + 2448 + 3264) \times 10 \times 3 = 171.390$  (0,71%)

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{50,50} \cdot u(:, 50) \cdot v(50, :)$$

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{50,50} \cdot u(:, 50) \cdot v(50, :)$$



Com 50 parcelas

Números reais:  $(1 + 2448 + 3264) \times 50 \times 3 = 856.950$  (3,5%)

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{100,100} \cdot u(:, 100) \cdot v(100, :)$$

# Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{100,100} \cdot u(:, 100) \cdot v(100, :)$$



Com 100 parcelas

Números reais:  $(1 + 2448 + 3264) \times 100 \times 3 = 1.713.900$  (7,1%)

## Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{200,200} \cdot u(:, 200) \cdot v(200, :)$$

# Compressão de imagem

$$A \approx d_{1,1} \cdot u(:, 1) \cdot v(1, :) + d_{2,2} \cdot u(:, 2) \cdot v(2, :) + \cdots + d_{200,200} \cdot u(:, 200) \cdot v(200, :)$$



Com 200 parcelas

Números reais:  $(1 + 2448 + 3264) \times 200 \times 3 = 3.427.800$  (14,3%)