

Fundamentos de Imagens Digitais

Visão Computacional

Professor: Dr. Anderson Brilhador
E-mail: brilhador@utfpr.edu.br

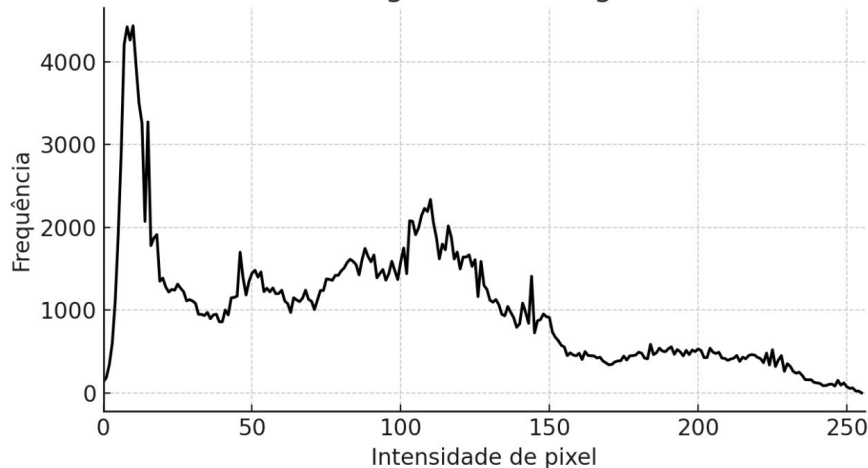
Histograma

- **Definição:** o histograma de uma imagem corresponde à distribuição dos níveis de cinza da imagem, o qual pode ser representado por um gráfico que mostra frequência de intensidade de pixels em uma imagem.

Imagem em Escala de Cinza

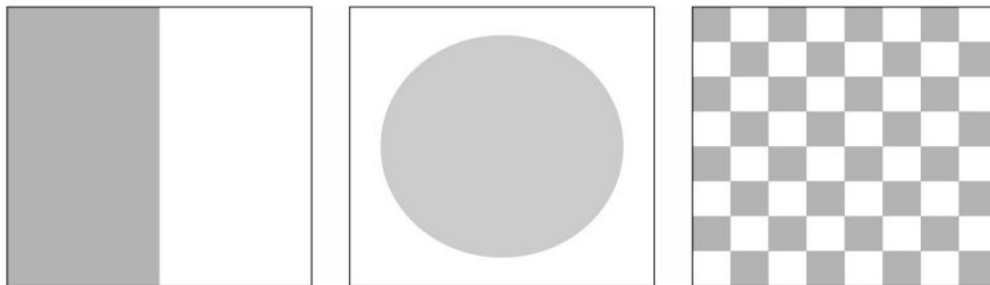


Histograma da Imagem



Histograma

- Não contém informações sobre a disposição espacial dos pixels na imagem;
- Portanto, não é possível reconstruir uma imagem usando somente seu histograma;
- Diferentes imagens podem ter o mesmo histograma como:



Histograma: algoritmo

para $i = 0$ até 255 faça

$H[i] \leftarrow 0$

para $x = 0$ até largura - 1 faça

para $y = 0$ até altura - 1 faça

intensidade = $f(x, y)$

$H[\text{intensidade}] \leftarrow H[\text{intensidade}] + 1$

Histograma

- Várias **medidas estatísticas** podem ser obtidas a partir do histograma de uma imagem tais como valores mínimo e máximo, valor médio, variância e desvio padrão dos níveis de cinza da imagem
- Além disso, o histograma pode mostrar alguns **problemas** originados durante a etapa de aquisição e resultados de processos aplicados sobre a imagem.
- Ex: iluminação ruim (sub ou superexposição);

Histograma

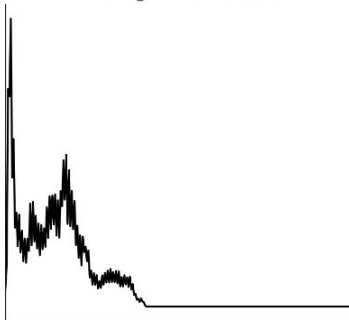
Conceito	Descrição	Efeito na imagem	Histograma
Contraste	Diferença de intensidade entre os pixels mais claros e escuros.	Destaca bordas e formas. Alto contraste realça detalhes, baixo contraste “apaga” a imagem.	Histogramas estreitos → baixo contraste; histogramas espalhados → alto contraste.
Brilho	Nível geral de luminosidade da imagem (intensidade média dos pixels).	Imagem mais clara ou mais escura como um todo.	Histograma deslocado para a direita → imagem clara; à esquerda → imagem escura.
Exposição	Quantidade de luz captada na formação da imagem (na captura).	Subexposição escurece a imagem; Superexposição “estoura” áreas claras.	Cortes no histograma à esquerda → subexposição; à direita → superexposição.
Saturação	Intensidade das cores (quão vivas elas são).	Cores vibrantes (alta saturação) ou lavadas (baixa saturação).	Histogramas de canais RGB sobrepostos → baixa saturação; separados → alta saturação.
Nitidez	Clareza dos detalhes, associada à definição das bordas .	Alta nitidez torna detalhes mais visíveis; baixa nitidez gera imagem “embaçada”.	Histogramas com variações bruscas e maior dispersão → imagem mais nítida.
Ruído	Variação aleatória de intensidade (geralmente indesejada).	Adiciona granulação e pode prejudicar a percepção dos detalhes.	Histogramas com flutuações irregulares, especialmente em áreas uniformes.

Interpretação do Histograma

Escura



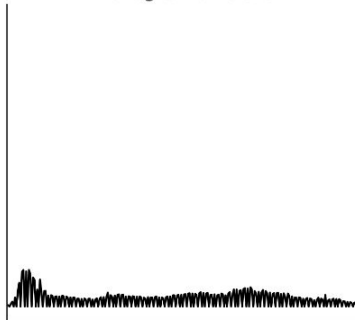
Histograma: Escura



Clara



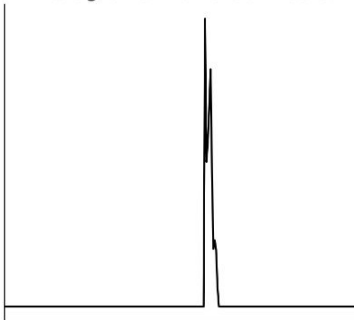
Histograma: Clara



Baixo Contraste



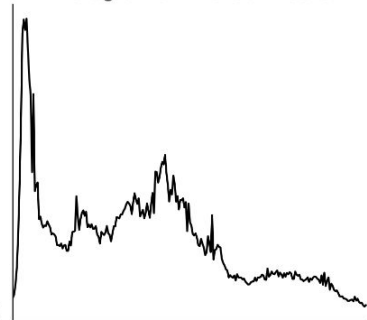
Histograma: Baixo Contraste



Alto Contraste



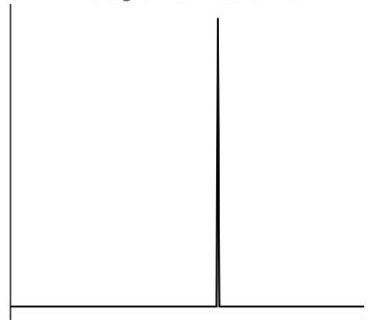
Histograma: Alto Contraste



Pico Único

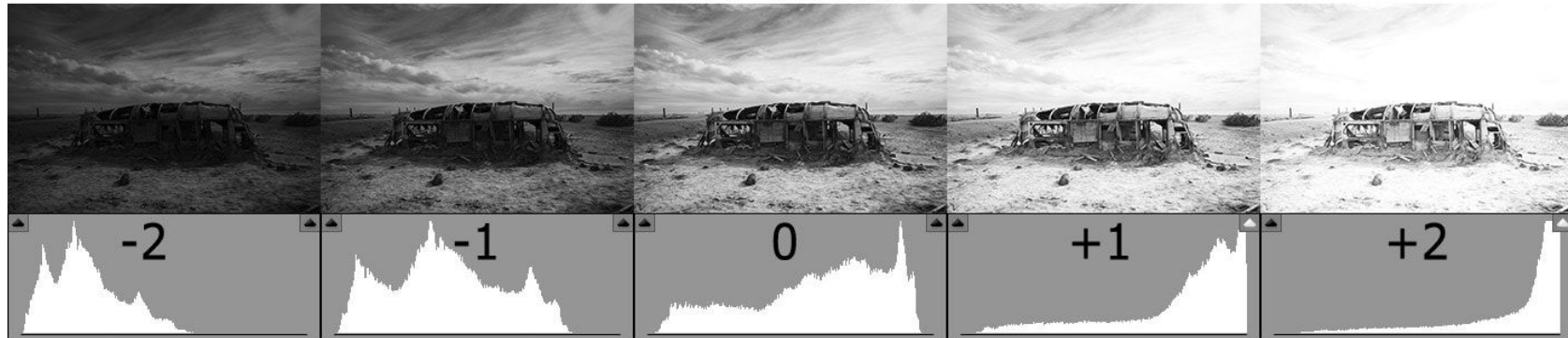


Histograma: Pico Único

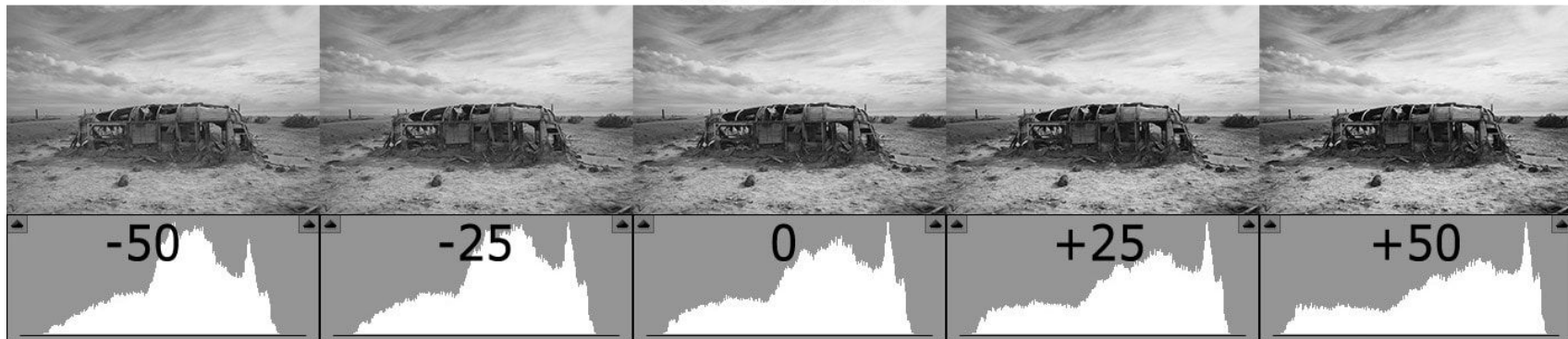


Interpretação do Histograma

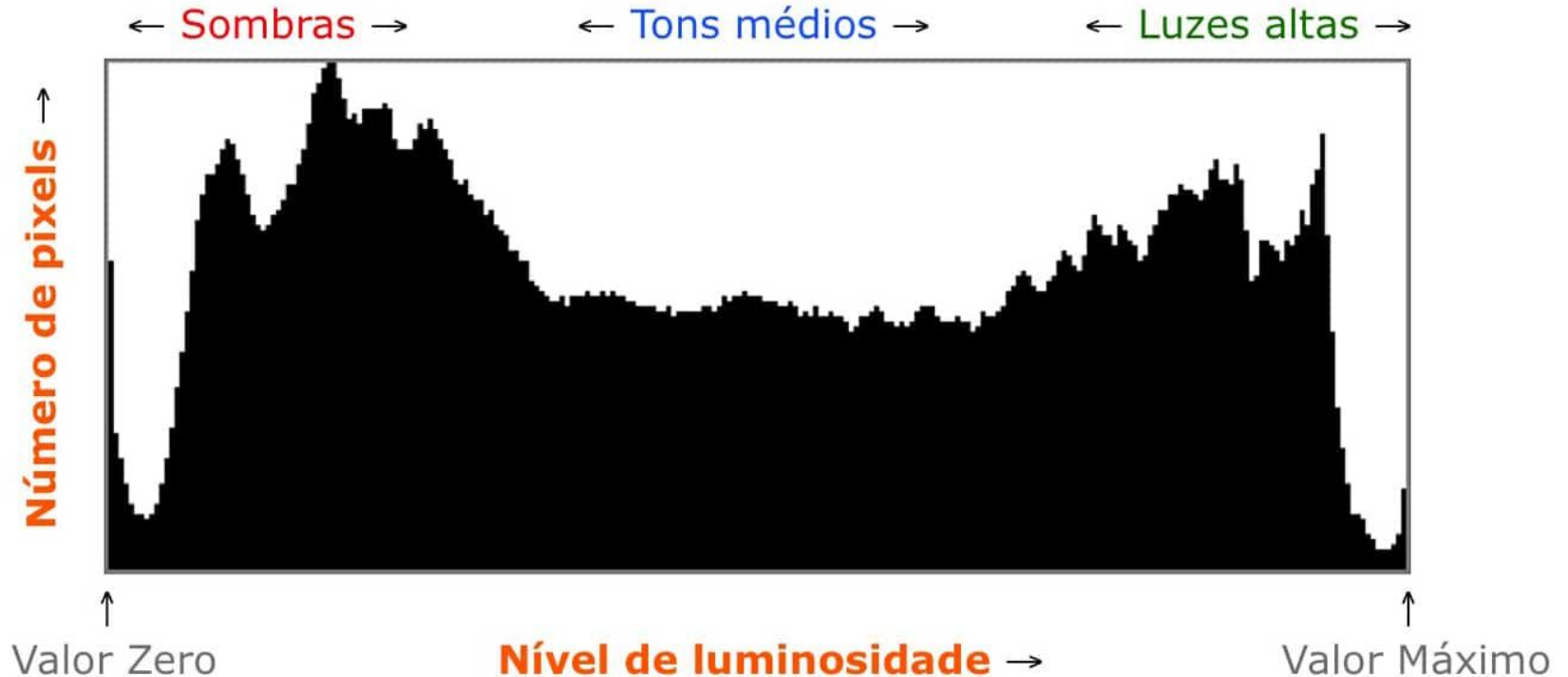
EXPOSURE



CONTRAST



Interpretação do Histograma



Histograma normalizado

- ▣ Representa a **frequência relativa** de intensidade, ou seja, a proporção de pixels para cada nível de cinza.

- ▣ $H_{\text{norm}} = h(i) / \text{total_de_pixels}$

$$h_{\text{norm}}(i) = \frac{h(i)}{N}$$

- ▣ Aplicação:
 - ▣ Facilita comparações entre histograma de imagens de tamanho diferentes;
 - ▣ Utilizado para calcular a CDF (histograma acumulado);
 - ▣ Também utilizado na equalização de histograma;

Histograma acumulado (CDF)

- O histograma acumulado é a **soma cumulativa das frequências** (ou frequências normalizadas) até cada nível de intensidade;
- Para cada valor de cinza no histograma normalizado \mathbf{H}_{norm} teremos a soma de todos os valores $\mathbf{H}_{\text{norm}}(\mathbf{j})$ já percorridos (ou seja menor $j \geq i$);

$$\text{CDF}(i) = \sum_{j=0}^i h_{\text{norm}}(j)$$

Histograma acumulado (CDF)



Histograma original



Histograma acumulado

Equalização de histograma

- Método que modifica o histograma da imagem original **f** de forma que a imagem transformada **g** possua uma distribuição mais uniforme dos seus níveis de cinza;

$$\text{output}(i) = \left\lfloor \frac{\text{CDF}(i) - \text{CDF}_{\min}}{1 - \text{CDF}_{\min}} \times (L - 1) \right\rfloor$$

- $\text{CDF}(i)$: valor da CDF no nível i ;
- CDF_{\min} : menor valor da CDF;
- L : número de níveis de intensidade (geralmente 256);
- $L \cdot J$ função piso (arredondamento para baixo)

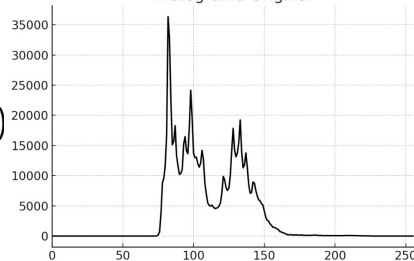
Imagem Original



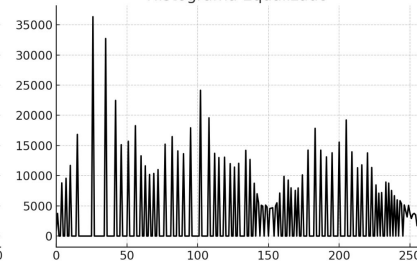
Imagem Equalizada



Histograma Original



Histograma Equalizado

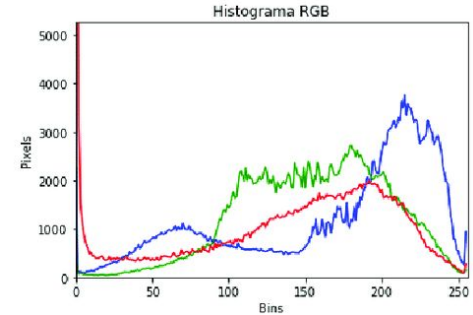


Histograma de imagens coloridas

- ▣ O histograma é calculado para cada canal (**R**, **G**, **B**);

- ▣ **Aplicação:**

- ▣ **Identificar tonalidade dominantes (paisagens, objetos);**
Ex: Uma imagem com predominância de céu pode ter o canal azul (B) com histograma mais elevado.
- ▣ **Você pode ajustar brilho/contraste separadamente para cada canal com base no histograma.**
Ex: Equalizar apenas o canal vermelho para realçar tons de pele.
- ▣ **Correção de Cores.**
- ▣ **Segmentação Baseada em Cor.**
- ▣ **Comparação entre imagens.**



Exemplos: aplicações reais

- ▣ **Imagens médicas:** Equalização de histograma para melhorar o contraste das imagens.
- ▣ **Imagens de satélites:** Equalização pode ser usada para ajustar contraste e brilho de imagens multiespectrais.
- ▣ **Monitoramento:** Detecção de movimento baseada na variação abruptas do histograma.
- ▣ **Industrial:** Histograma pode ser usado para detectar falhas de uniformidade (Ex: produtos com pintura ou brilho irregulares).
- ▣ **Reconhecimento facial:** pré-processamento para melhorar a qualidade da imagem.
- ▣ **OCR:** pré-processamento para destacar as letras do fundo.
- ▣ **Recuperação de imagens:** Histograma é usado como um descritor.

Exercícios de fixação

Entregar no moodle (Arquivo único com a solução e explicação)



1. Baixe a imagem vela.jpg e redimensione em duas escalas diferentes: a) 50% do tamanho original, b) 200% do tamanho original. Em seguida calcule e compare o histograma em tons de cinza da imagem original e das imagens redimensionadas. A transformação de escala alterou a distribuição de intensidades? Justifique com base nos histogramas gerados.
2. A imagem vela.jpg é predominantemente escura. Calcule e aplique a equalização do histograma. Compare os histogramas antes e depois da equalização. Quais mudanças ocorreram?
3. Aplique uma translação de 150 pixels para a direita e 150 pixels para baixo na imagem vela.jpg e preencha com pixels pretos os pixels deslocados. Exiba a imagem transformada ao lado da original e compare os histogramas. A translação afetou a distribuição de intensidades da imagem? Justifique sua resposta.
4. Calcule os seguintes valores estatísticos do histograma de tons de cinza da imagem vela.jpg: “Média” e “Desvio Padrão”. Interprete os resultados obtidos. O que esses valores revelam sobre a imagem?
5. Calcule e plote os histogramas dos canais R (vermelho), G (verde) e B (azul) separadamente. Interprete o resultado. Qual canal possui maior concentração de pixels com intensidade baixa (próxima de zero), indicando predominância no fundo escuro?