

---

### Lista 3

---

1. **Cones** são células fotorreceptoras responsáveis pela identificação de cores (cromitância), com melhor resposta para alta iluminação. **Bastonetes** são células fotorreceptoras que detectam luminosidade (luminância), possuindo melhor resposta com baixa iluminação. O olho humano é mais sensível à luminosidade (luminância) que à cromitância, já que possuímos cerca de o dobro de bastonetes em relação a cones.
2. (a) CCD contém uma matriz de capacitores. Essa matriz é inicialmente carregada de acordo com a intensidade de luz que foi projetada por uma lente (os fótons geram pares elétron-buraco na região dopada do silício). Um circuito externo, de controle, é acionado, fazendo com que cada capacitor transfira seu conteúdo para a próxima coluna (operando como um *shift register*), enquanto a última coluna transfere o conteúdo na outra direção (linha a linha), de modo que cada *pixel* é transmitido serialmente. Em seguida, esses sinais analógicos transmitidos são amostrados, quantizados e armazenados digitalmente.  
(b) Nas imagens em tons de cinza apenas um CCD é utilizado. Entretanto, quando a imagem está em RGB devem ser utilizadas técnicas diferentes, como o filtro de Bayer - a matriz de capacitores é dividida em blocos de 4 capacitores, sendo que dois são iluminados com a componente verde (devido à maior sensibilidade do olho humano à essa componente), um com a vermelha e um com a azul (há um processo de filtragem antes) - ou o 3-CCD (utiliza uma matriz CCD para cada componente).
3. Cada *pixel* é representado por três *bytes* em uma imagem Truecolor. Portanto, a imagem especificada possui:

$$1024 * 768 * 3 * 8 = 18874368 \text{ bits} \quad (1)$$

Em uma rede de 1,5 Mbps temos que o tempo necessário para a transmissão da imagem é de:

$$\frac{18874368}{1,5 * 2^{20}} = 12 \text{ segundos} \quad (2)$$

4. Redundância estatística refere-se à probabilidade não uniforme de ocorrência de determinados padrões (conjuntos de *bits*, formando códigos) no sinal. Ela pode ser aproveitada utilizando-se códigos menores para padrões mais frequentes e códigos maiores para os menos frequentes, possibilitando assim uma maior taxa de compressão. Um exemplo de algoritmo baseado nesse tipo de redundância é a **Codificação de Huffman**.
5. Redundância espacial é relativa à baixa variação de coloração e luminosidade entre *pixels* vizinhos, pois em geral os mesmos são dependentes uns dos outros por pertencerem ao mesmo objeto, por exemplo. Já a redundância estatística está relacionada ao número de vezes que determinado padrão ocorre na imagem como um todo. Um exemplo de codificação sem perdas relacionada à redundância espacial é o **Run-length**, e um com perdas é a **Codificação preditiva**.
6. A DCT é importante pois produz matrizes que indicam as componentes de frequências espaciais horizontais e verticais da imagem, de forma que pode-se separar a componente DC (frequências espaciais iguais a zero) das componentes AC. Como, pela redundância psicovisual, o olho humano possui maior resposta para coeficientes DC que para AC, a quantização utiliza a matriz gerada pela DCT para diminuir, proporcionalmente ao aumento

da frequência, as componentes AC e DC, podendo eliminar frequências que, no caso ideal, não seriam percebidas pelo olho humano, ou seriam pouco percebidas nos demais casos.

7. No modo *baseline* de compressão JPEG, inicialmente a imagem é dividida em blocos de 8x8 *pixels* a fim de permitir uma aplicação mais eficiente da DCT. Há uma transformação no espaço de cores, isto é, as cores RGB são transformadas em Y'CbCr, onde Y representa a luminância, Cb e Cr as crominâncias do azul e do vermelho. Essa etapa é utilizada para facilitar a próxima, de *downsampling*, ambas baseados na redundância **psicovisual**. Nessa etapa de *downsampling* altera-se a resolução espacial das componentes Cb e Cr, devido à baixa sensibilidade do olho humano à essas componentes. Em seguida, é aplicada a DCT, gerando matrizes contendo o componente DC e os 63 componentes AC do bloco de entrada. Ocorre, então, a quantização, quando cada valor da matriz gerada é dividida pelos valores correspondentes na matriz de quantização, de modo que componentes de altas frequências apresentem maior redução que as de baixa, devido, novamente à redundância **psicovisual**. Em seguida ocorre a vetorização (a matriz é convertida em um vetor ordenado pelo aumento da frequência), codificação por diferença dos coeficientes DC dos blocos (pois os blocos adjacentes possuem alta redundância **espacial**) e codificação *run-length* dos coeficientes AC (já que o vetor deve possuir diversos valores zero, devido à eliminação das frequências mais altas na etapa de quantização). Posteriormente, a fim de eliminar a redundância **estatística** dos vetores, é aplicada a codificação de Huffman aos mesmos. Finalmente, ocorre a montagem dos quadros a partir dos vetores gerados pelas etapas anteriores, compondo a imagem codificada final.

8. Opcional.