


## SCC0261 – Multimídia

**Prof.: Dr. Rudinei Goularte**  
(rudinei@icmc.usp.br)


Aula 8 – Compressão de Imagens - O Padrão JPEG.

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC  
Sala 4-234




## Sumário

- 1 – O padrão JPEG
- 2 – JPEG 2000
- 3 – Outros formatos




## 1. O Padrão JPEG

- O quê é JPEG?
- Preparação da imagem/bloco.
- Transformada DCT.
- Quantização.
- Codificação por Entropia.
- Construção do Quadro.



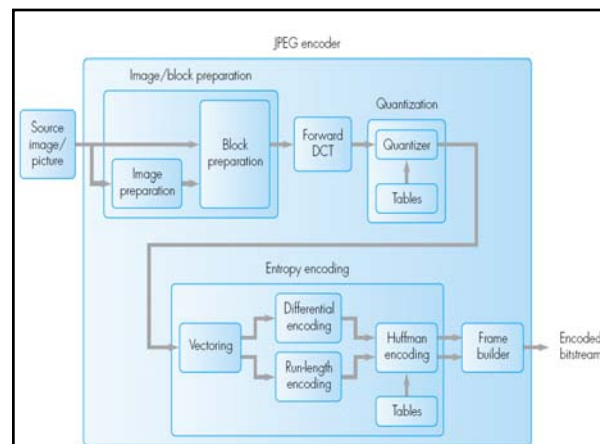
## 1.1 O quê é JPEG?

- Joint Photographic Experts Group.
  - ISO, CCITT e IEC.
  - Padrão para codificação de imagens estáticas de tons contínuos.
  - Possui 4 modos de operação:
    - Sequencial (*baseline mode*)**.
    - Progressivo.
    - Sem perdas.
    - Hierárquico.



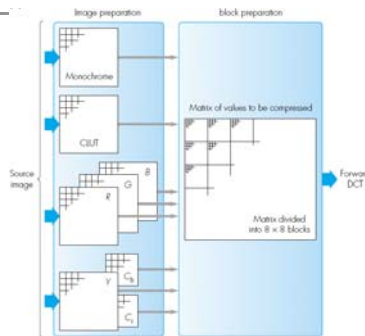
## 1.1 O quê é JPEG?

- Modo sequencial
  - É um método de compressão com perdas.
  - Possui 5 etapas principais:
    - Preparação da imagem/bloco.
    - DCT.
    - Quantização.
    - Codificação.
    - Construção do quadro.



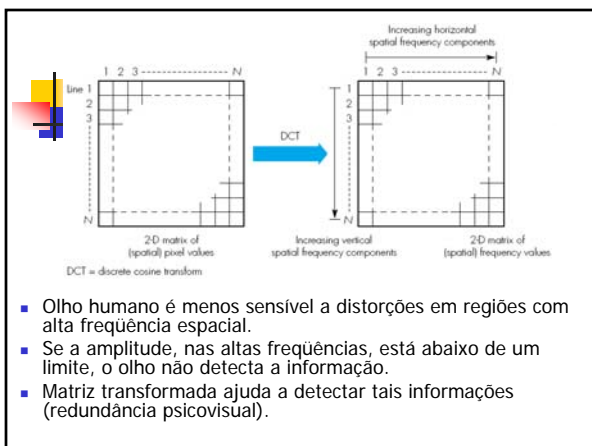
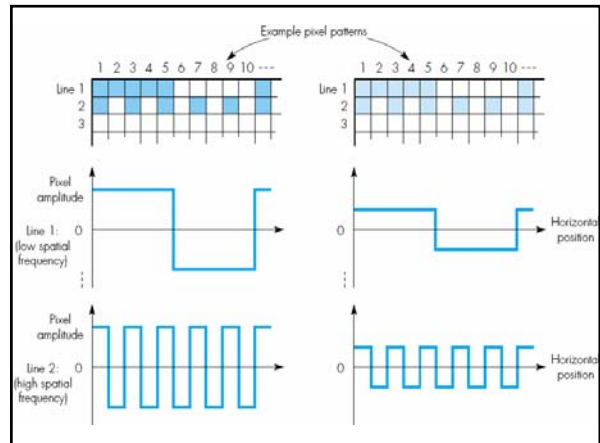
## 1.2 Preparação da imagem/bloco

- Imagem é dividida em blocos de 8 x 8 pixels.
- Isso permite aplicação mais eficiente da DCT.



## 1.3 Transformada DCT

- Transformada Discreta de Cossenos (DCT).
- Transformadas:
  - Transformam a informação de um formato (domínio) para outro.
- Transformada DCT aplicada a imagens:
  - Transforma matriz (imagem) em matriz de frequências espaciais.
  - Não produz perdas.



- Olho humano é menos sensível a distorções em regiões com alta frequência espacial.
- Se a amplitude, nas altas frequências, está abaixo de um limite, o olho não detecta a informação.
- Matriz transformada ajuda a detectar tais informações (redundância psicovisual).

## 1.3 Transformada DCT

- Transformada Discreta de Cossenos (DCT)
  - Todos os blocos, um a um, são submetidos à DCT.

$$F[i, j] = \frac{1}{4} C(i) C(j) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 P[x, y] \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16}$$

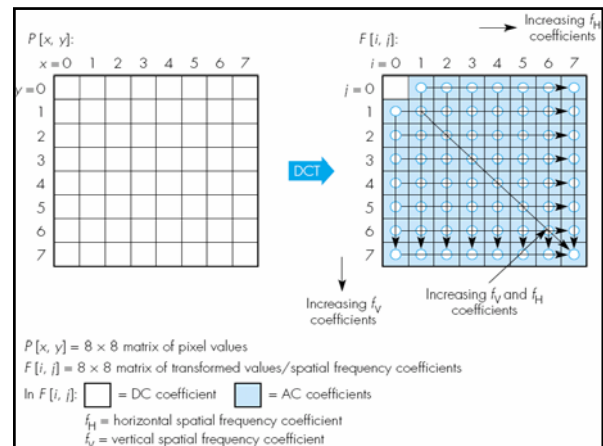
onde  $C(i)$  e  $C(j) = 1/\sqrt{2}$  para  $i, j=0$   
 $= 1$  para todos os outros valores de  $i$  e  $j$ .  
 $x, y, i$  e  $j$  todos variam de 0 a 7.

### 1.3 Transformada DCT

- Transformada Discreta dos Cossenos Inversa (IDCT)

$$P[x, y] = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C(i)C(j)F[i, j] \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16}$$

onde  $C(i)$  e  $C(j) = 1/\sqrt{2}$  para  $i, j=0$   
 $= 1$  para todos os outros valores de  $i$  e  $j$ .  
 $x, y, i$  e  $j$  todos variam de 0 a 7.

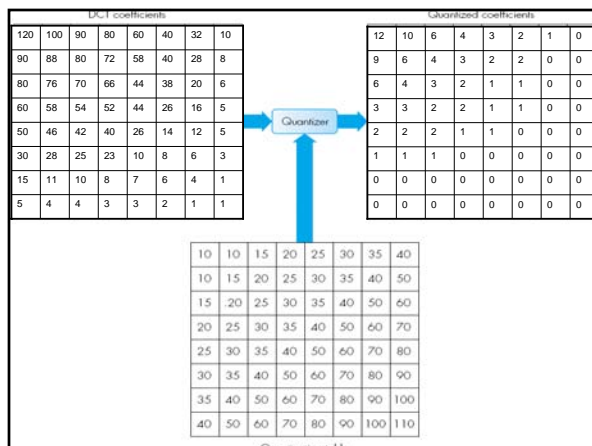


### 1.3 Transformada DCT

- Após DCT:
  - As regiões da imagem que possuem uma única cor geram matrizes com coeficientes DC idênticos (ou próximos) e poucos coeficientes AC.
  - As regiões da imagem que possuem transições de cores geram matrizes com coeficientes DC distintos e muitos coeficientes AC.
- Tamanho do bloco na imagem.
- Regiões com pouca/muita transição de cor X coeficientes DC/AC.

### 1.4 Quantização

- Quantização
  - Olho humano:
    - Boa resposta para coeficientes DC.
    - Baixa resposta para coeficientes AC.
  - Busca reduzir a quantidade de dados.
    - Limite da amplitude para frequências: divide os valores da matriz transformada pelos valores correspondentes em uma tabela pré-definida.
    - Isso diminui os valores dos coeficientes proporcionalmente à posição dos mesmos na matriz.
    - Ocorre perda. No caso ideal, não perceptível.



### 1.4 Quantização

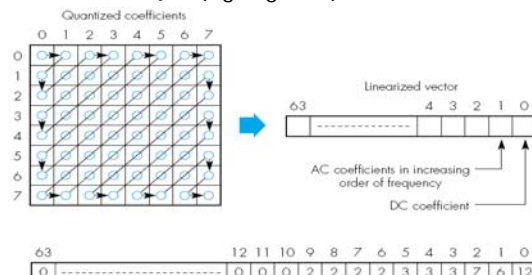
- Tabelas de quantização:
  - JPEG define duas tabelas *default*
    - Uma para luminância.
    - Uma para crominância.
  - JPEG permite a utilização de tabelas personalizadas.

## 1.5 Codificação por Entropia

- Envolve quatro passos:
  - Vetorização.
  - Codificação por diferença.
  - Codificação por carreira (*run-length*).
  - Codificação Estatística (método de Huffman).

## 1.5 Codificação por Entropia

- Vetorização (zig-zag scan)



## 1.5 Codificação por Entropia

- Codificação por diferença
  - Codificação dos coeficientes DC.
  - DCs possuem alto grau de correlação (redundância espacial).
    - São blocos adjacentes na imagem.
  - Exemplo:
    - Sequência de coeficientes DC de blocos adjacentes: 12, 13, 11, 11, 10, ...
    - Valores codificados: 12, 1, -2, 0, -1, ...

## 1.5 Codificação por Entropia

- Codificação *run-length*
  - Codificação dos coeficientes AC.
  - Vetor de coeficientes possui longas cadeias de zeros.
  - Exemplo:

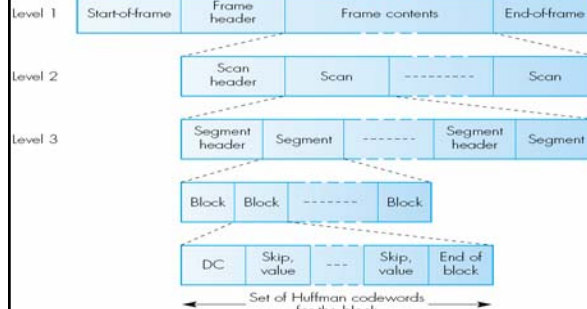
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			63
12	6	7	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	...	...	0

- (0,6),(0,7),(0,3),(0,3),(0,3),(0,2),(0,2),(0,2),(0,2),(0,0)

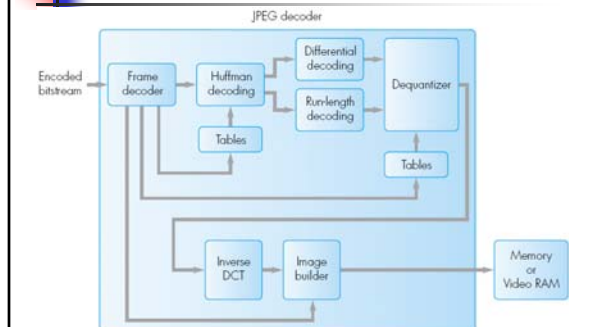
## 1.5 Codificação por Entropia

- Codificação estatística
  - Após a codificação Run-Length é aplicada uma codificação estatística.
    - JPEG usa Huffman.
  - A codificação estatística é aplicada no resultado das codificações dos DCs e ACs.
  - Vetor possui cadeias de bits – apropriado para codificação estatística.
  - JPEG usa tabela de códigos (prefixo).
    - São 256 códigos possíveis.
    - Pré-definida ou enviada junto com o *bitstream* da imagem.

## 1.6 Construção do Quadro



## 1.7 Decodificação



## 1.8 Considerações Sobre JPEG

- JPEG:
  - Padrão abrangente.
  - Alcança boas taxas de compressão para imagens de tons contínuos. (até 20:1).
  - Desempenho diminui em imagens com muita transição de cores.
  - Baseado em particularidades do sistema visual humano:
    - Não é necessário reproduzir cantos com fidelidade.
    - O olho humano não responde bem a transições nas altas frequências espaciais.
    - É adequado para imagens de tom contínuo.

## 2. JPEG2000

- Uma das maiores limitações do JPEG:
  - Desempenho degrada em baixas taxas de dados (*bitrate*).
- Emprega transformada Wavelet.
- Melhorias:
  - Codificação estática/dinâmica de alta qualidade de uma região específica.
  - Recuperação de erros.
  - Desempenho: até 50:1 (níveis de cinza), 100:1 (cor).

## 3. Outros Formatos

- Outros formatos populares são:
  - GIF
  - PNG
  - TIFF, BMP, ...

## 3.1 O Formato GIF

- Graphical Interchange Format
  - Usa paleta de cores – exibe apenas 256 cores simultâneas das 16 milhões possíveis.
  - Usa uma variante do algoritmo LZW (patenteado).
  - Suporta entrelaçamento e animação.

## 3.2 PNG

- Portable Network Graphics.
  - Alternativa ao GIF (royalties p/ Unisys – LZW).
  - Suporta True color, níveis de cinza e paletas (CLUT).
  - Múltiplos níveis de transparência (canal alfa).
  - <http://www.libpng.org/pub/png/>



### 3.3 Outros Formatos Populares

- Outros formatos incluem:
  - BMP: padrão de imagem para o SO Windows.
  - TIFF: padrão para documentos digitalizados de alta definição (48 bits de profundidade).
  - TGA, PCD, ICO, CUR, FNT, ...



### Para Saber Mais

- Gonzales & Woods. Digital Image Processing. 2nd ed. Prentice-Hall, 2002. Capítulo 8, seção 8.1.
- Halsall, F. Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols, and Standards, Addison-Wesley Publishing, 2001. ISBN: 0201398184. Capítulo 2, seção 2.4 e capítulo 3, seções 3.2 e 3.4.
- Pennebaker & Mitchell. JPEG Still Image Data Compression Standard. Van Nostrand Reinhold, 1993.