

# SISTEMAS MULTIMÍDIA

## IMAGEM 3

Prof.: Danilo Coimbra  
(coimbra.danilo@ufba.br)



# Compressão de Imagens

2

- “O termo compressão de imagens refere-se ao processo de **reduzir a quantidade de dados** necessários para representar uma imagem com uma qualidade subjetiva aceitável”.
  
- Dados x informação
  - ▣ Qual a quantidade de dados necessários para que a informação visual seja transmitida?

# Compressão de Imagens

3

- Dados de imagem são altamente redundantes
  - ▣ Remover redundâncias ajuda a alcançar compressão
  - ▣ Redundâncias são matematicamente quantificáveis
  
- Redundância em imagens:
  - ▣ Redundância estatística
    - Também conhecida como redundância de codificação
  - ▣ Redundância espacial
    - Também conhecida como redundância interpixel
  - ▣ Redundância Psicovisual
    - Utiliza conceitos do HVS

# Compressão de Imagens

4

- Redundância Estatística (1)
  - ▣ Função de Densidade de Probabilidade (pdf)
  - ▣ Valores dos pixels em uma imagem tem pdf não uniforme
    - probabilidade de ocorrência de cada um deles **não** é uniforme
    - Então, os tons mais frequentes podem ser codificados com menos bits!
  - ▣ Métodos de codificação estatística podem ser usados para compressão de imagens

# Compressão de Imagens

5

- Redundância Estatística (2)
  - ▣ Valores dos pixels: irão variar de modo não uniforme



# Compressão de Imagens

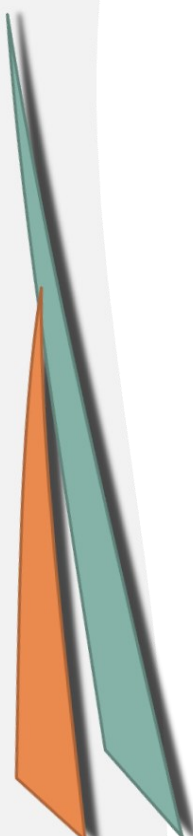
6

- Redundância Estatística (3)
  - ▣ Codificação estatística
    - *ou Variable Length Coding*
  - ▣ Códigos menores para símbolos (valores) mais frequentes
  - ▣ Huffman, codificação aritmética

# Compressão de Imagens

7

- Redundância Espacial (1)
  - ▣ Refere-se à correlação entre pixels vizinhos em uma imagem
  - ▣ Relação geométrica ou estrutural entre os objetos em uma imagem



# Compressão de Imagens

8

- Redundância Espacial (2)
  - O valor de um pixel pode ser razoavelmente “adivinhado” por meio dos valores de seus vizinhos
  - Para remover redundância espacial:
    - Matriz de pixels deve ser transformada em um formato mais conveniente
      - Diferenças entre pixels para representar a imagem
    - Lossless: Codificação por diferença, codificação run-length
    - Lossy: codificação preditiva, codificação por transformada



# Compressão de Imagens

9

## □ Redundância Psicovisual (1)

### ■ Percepção de brilho

- Olho não responde com igual sensibilidade a toda informação visual
- Algumas informações tem mais importância relativa que outras

- Informação psicovisual redundante

### ■ Diferente das outras redundâncias

- Está associada com informação visual de fato
- Então como é possível eliminá-la?

# Compressão de Imagens

10

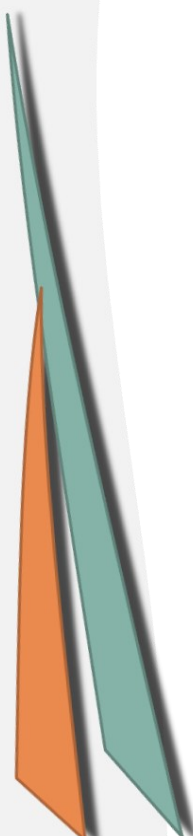
- Redundância Psicovisual (2)
  - ▣ Sua eliminação implica em perda de informação visual quantitativa (real)
    - Daí o nome *quantização*
  - ▣ É uma operação irreversível
  - ▣ Ao contrário dos 2 tipos de codificações anteriores, não é facilmente quantificável
    - Subjetiva!

# Compressão de Imagens

11

## □ Redundância Psicovisual (3) Exemplo

- ▣ Redução do número de tons (i.é, bits por pixel) utilizados para representar uma imagem
- ▣ Os 8 bits por pixel, utilizados na imagem original, foram reduzidos para 4, utilizando duas técnicas diferentes



# Compressão de Imagens

12

## Redundância Psicovisual (3.1) Exemplo



# Compressão de Imagens

13

- Redundância Psicovisual (4)
  - ▣ Propriedades do sistema visual humano (HSV)
    - Maior sensibilidade a distorções em áreas suaves (com baixa frequência espacial)
    - Maior sensibilidade a distorções em áreas escuras de imagens
    - Em imagens coloridas, maior sensibilidade a mudanças na luminância do que na cromaticidade

# Compressão de Imagens

14

- Técnicas podem ser combinadas!
  - ▣ Estatísticas + Espaciais + propriedades do HSV
  - ▣ Vantagem?

# Compressão de Imagens

15

## □ Exemplos de compressão em imagens

### ▣ Calculando Entropia (1)

- Exemplo – Qual a quantidade de informação existente na seguinte imagem:

21	21	21	95	169	243	243	243
21	21	21	95	169	243	243	243
21	21	21	95	169	243	243	243
21	21	21	95	169	243	243	243

- Se não for removida a redundância, serão utilizados 8 bits/pixel

- Tamanho: 8x4x8=256 bits

pixels

# Compressão de Imagens

16

## Exemplos de compressão em imagens

### Calculando Entropia (2)

### Considerando a ocorrência dos símbolos:

21 21 21 95 169 243 243 243  
21 21 21 95 169 243 243 243  
21 21 21 95 169 243 243 243  
21 21 21 95 169 243 243 243

Intensidade	Qtd	Probabilidade
21	12	3/8
95	4	1/8
169	4	1/8
243	12	3/8

$$H = - 3/8 \times \log_2(3/8) - 1/8 \times \log_2(1/8) - 1/8 \times \log_2(1/8) - 3/8 \times \log_2(3/8)$$

1,81 bits /pixel ou 58 bits no total

$$1,81 \text{ bits} \times 32 \text{ pixels} = \sim 58$$



# Compressão de Imagens

17

- Exemplos de compressão em imagens
  - ▣ Calculando Entropia (3)
  - ▣ Considerando a ocorrência de dois símbolos consecutivos:
    - Estimativa de segunda ordem
    - A diferença entre a primeira e segunda estimativas da entropia indica a existência de redundância inter-pixels

21	21	21	95	169	243	243	243	Intensidade	Qtd	Probabilidade
21	21	21	95	169	243	243	243	(21,21)	8	1/4
21	21	21	95	169	243	243	243	(21,95)	4	1/8
21	21	21	95	169	243	243	243	(95,169)	4	1/8
21	21	21	95	169	243	243	243	(169,243)	4	1/8
								(243,243)	8	1/4
								(243,21)	4	1/8

$$H = 1,24 \text{ bits /pixel}$$

# Compressão de Imagens

18

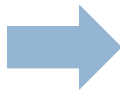
## Exemplos de compressão em imagens

### RLE sem perdas

- Informação da quantidade antes do valor do pixel

X=

15	12	12	10	12	12	15
12	12	10	10	10	12	12
12	10	10	10	10	10	12
10	10	10	10	10	10	10



Y=

01	15	02	12	01	10	02	12	01	15
02	12	03	10	03	12				
05	10	01	12						
07	10								

### Tamanho

- Imagem X: 7x4x1 (byte): 28 bytes
- Imagem Y: 22 bytes
  - Redução de 6 bytes

### Pode criar arquivos de saída maiores!

# Compressão de Imagens

19

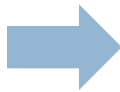
## Exemplos de compressão em imagens

### RLE com perdas

- Informação da quantidade antes do valor do pixel, considera pixels onde a diferença entre eles seja maior que x (ex.: 2)

X=

15	12	12	10	12	12	15
12	12	10	10	10	12	12
12	10	10	10	10	10	12
10	10	10	10	10	10	10



Y=

01	15	05	12	01	15
21	12				

### Tamanho

- Imagem X: 7x4x1(byte): 28 bytes
- Imagem Y: 8 bytes
  - Redução de 20 bytes

### Não é possível reconstituir o arquivo!

# Compressão de Imagens

20

## Exemplos de compressão em imagens

### LZW (Ex.: imagem com 9 bits)

39 39 126 126  
39 39 126 126  
39 39 126 126  
39 39 126 126

144 bits

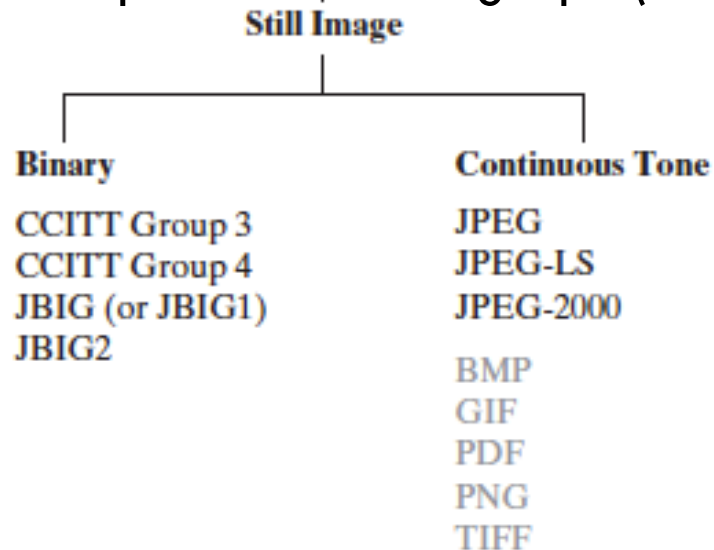
90 bits

Currently Recognized Sequence	Pixel Being Processed	Encoded Output	Dictionary Location (Code Word)	Dictionary Entry
	39			
39	39	39	256	39-39
39	126	39	257	39-126
126	126	126	258	126-126
126	39	126	259	126-39
39	39			
39-39	126	256	260	39-39-126
126	126			
126-126	39	258	261	126-126-39
39	39			
39-39	126			
39-39-126	126	260	262	39-39-126-126
126	39			
126-39	39	259	263	126-39-39
39	126			
39-126	126	257	264	39-126-126
126		126		

# Compressão de Imagens

21

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem
  - ▣ Padrões em negrito são reconhecidos em: International Standards Organization (ISO), the International Electrotechnical Commission (IEC), and/or the International Telecommunications Union (ITU-T) - a United Nations (UN), uma vez chamada de Consultative Committee of the International Telephone and Telegraph (CCITT)



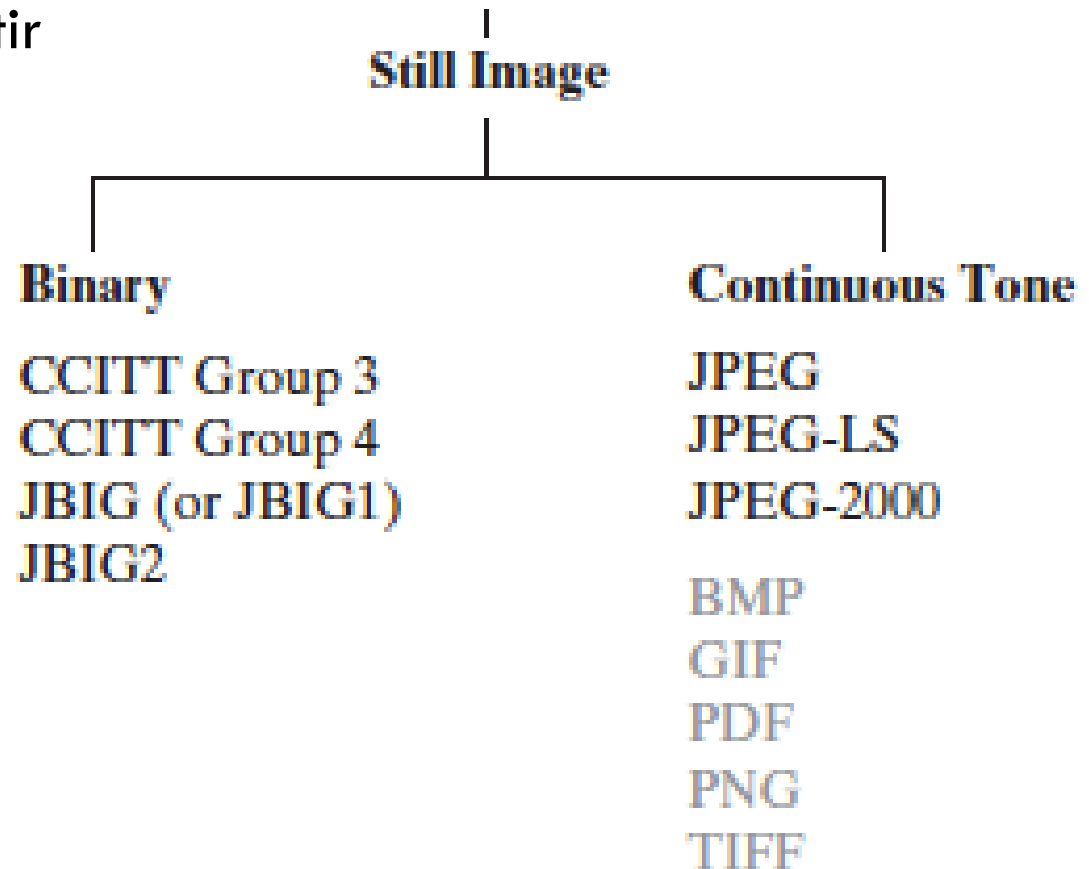
# Compressão de Imagens

22

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

Desenvolvido para transmitir documentos binários sobre linhas telefônicas (fax).

Suporta 1D e 2D RLE e Huffman .



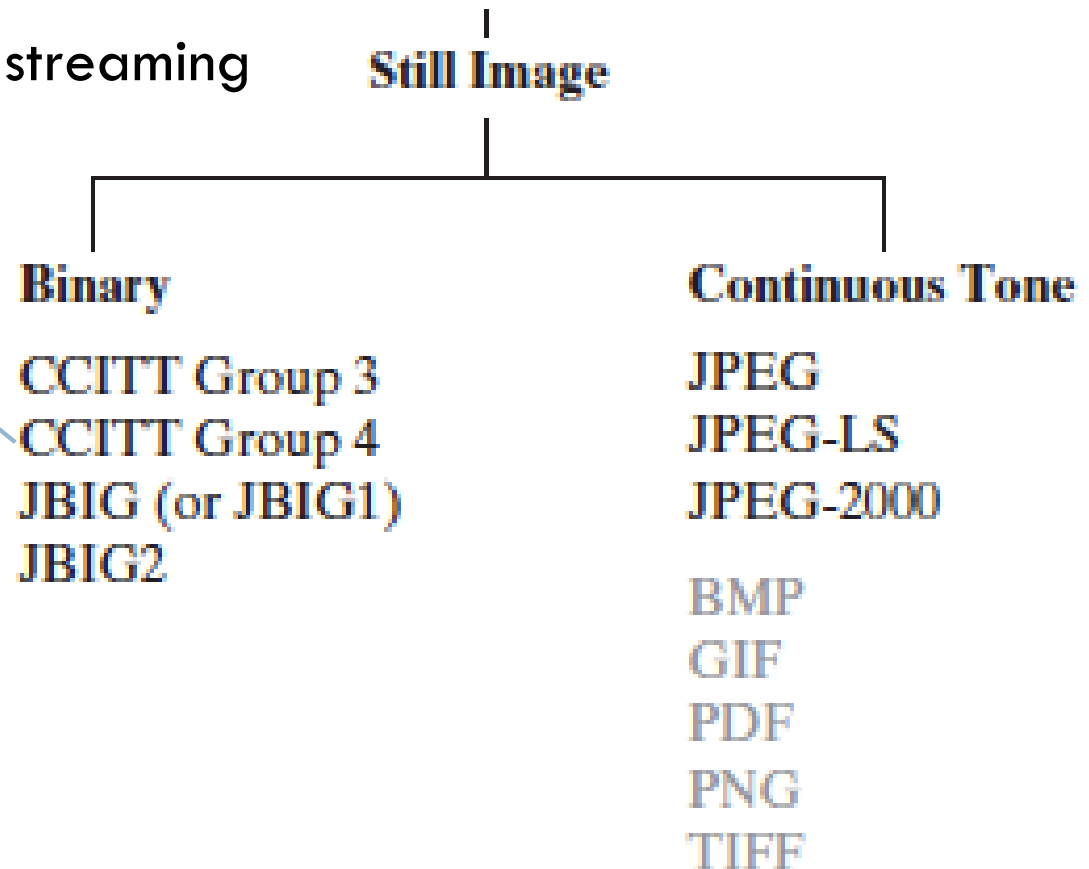
# Compressão de Imagens

23

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

Simplificação com uso de streaming  
da versão anterior.

2D RLE somente

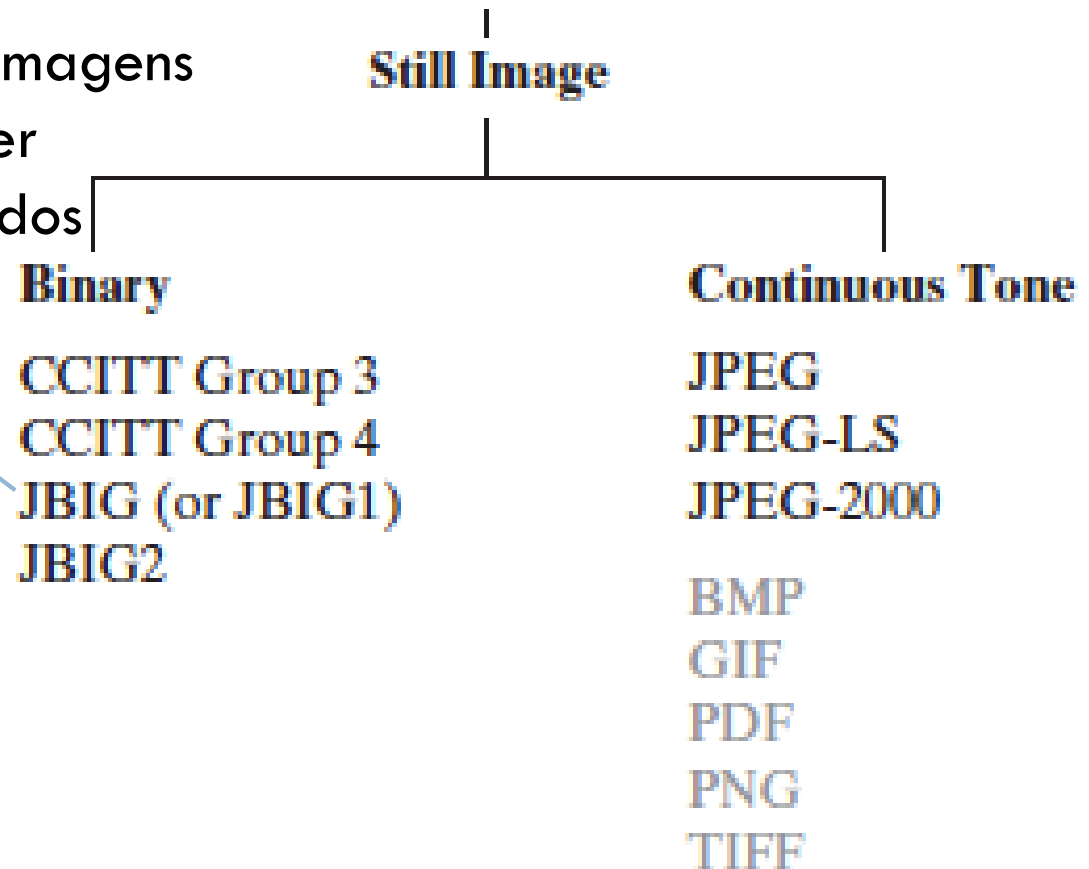
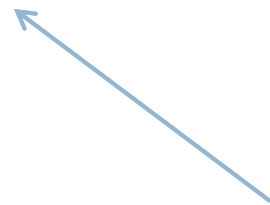


# Compressão de Imagens

24

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

Codificação aritmética em imagens de baixa resolução pode ser aprimorada com uso de dados comprimidos



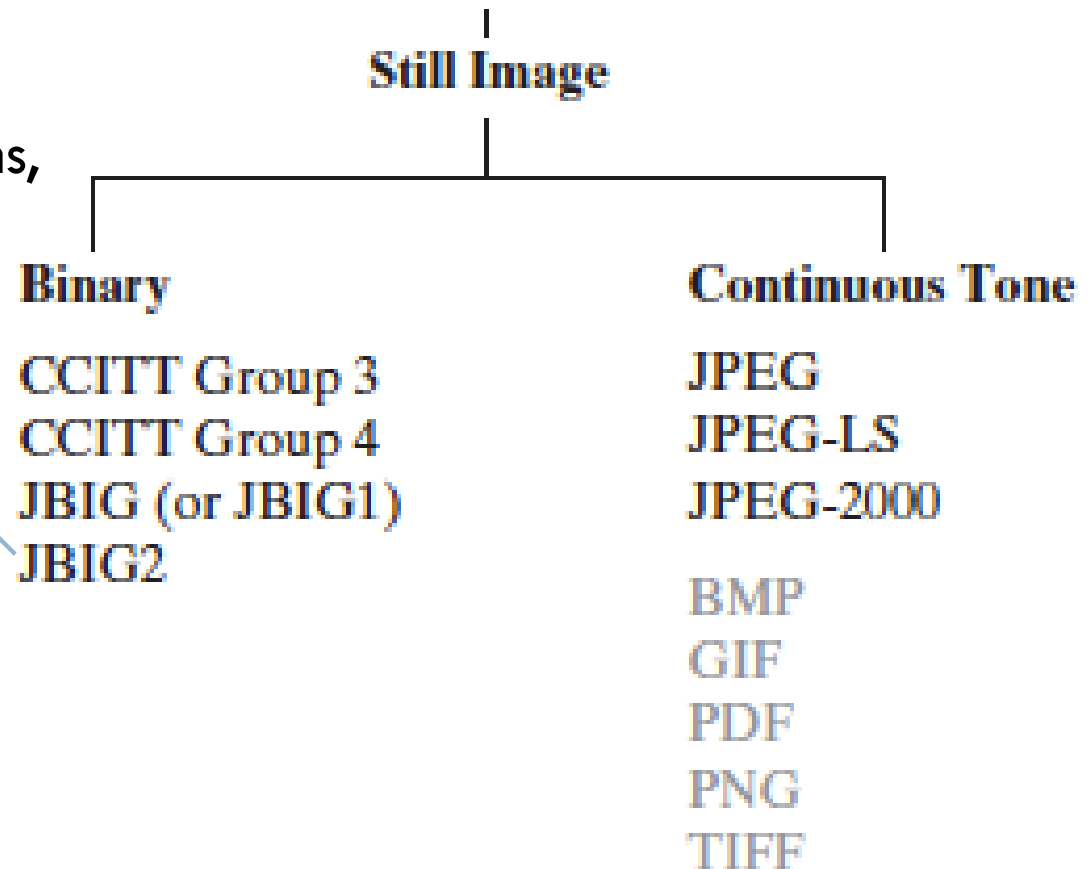


# Compressão de Imagens

25

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

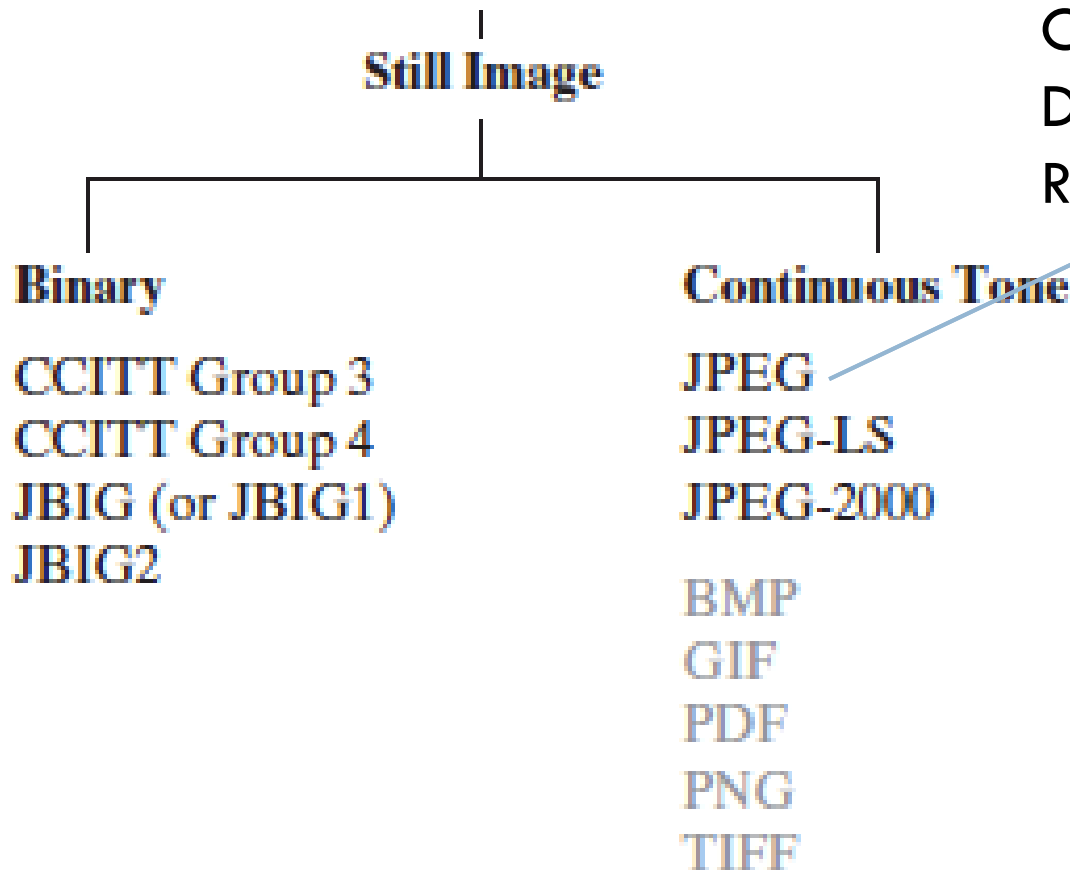
Codificação baseado em dicionários para texto e tons, e aritmética para imagens.



# Compressão de Imagens

26

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

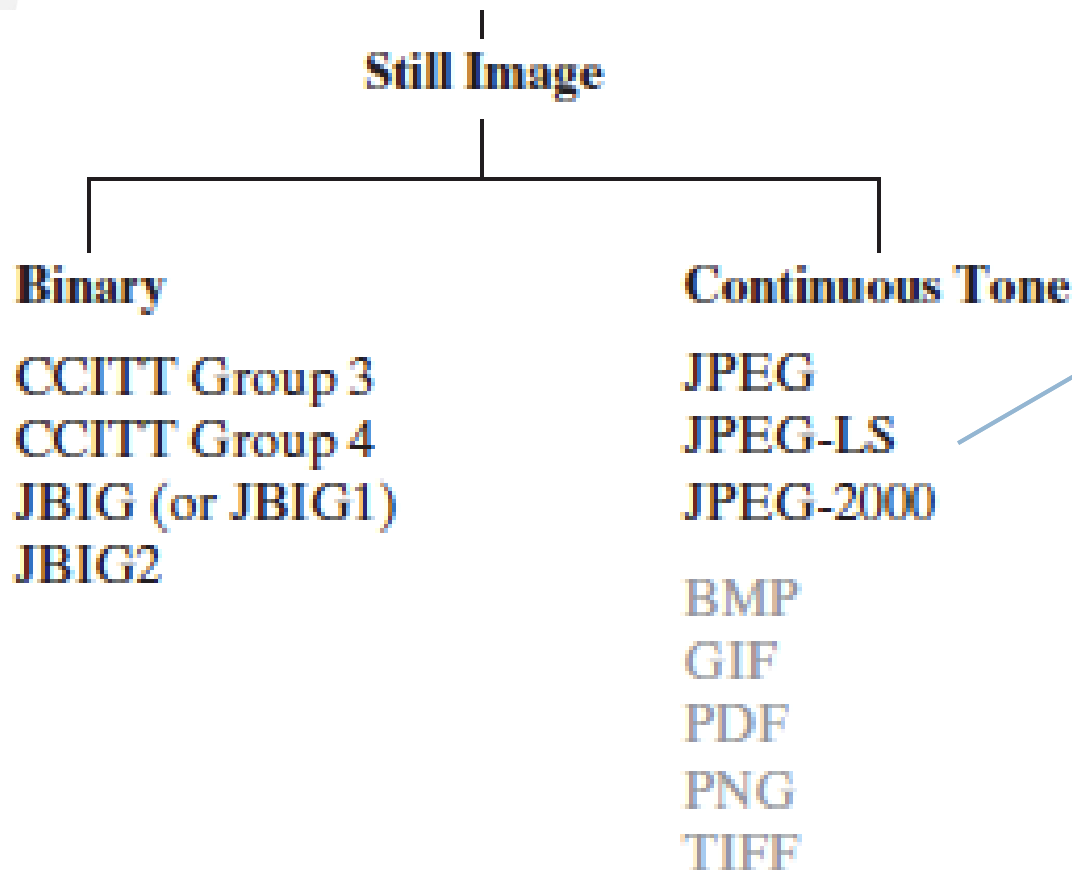


Codificação com perda. Usa DCT em blocos 8x8, RLE e Huffman.

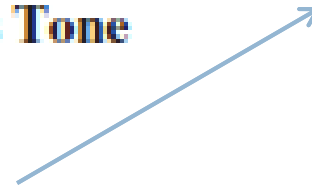
# Compressão de Imagens

27

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem



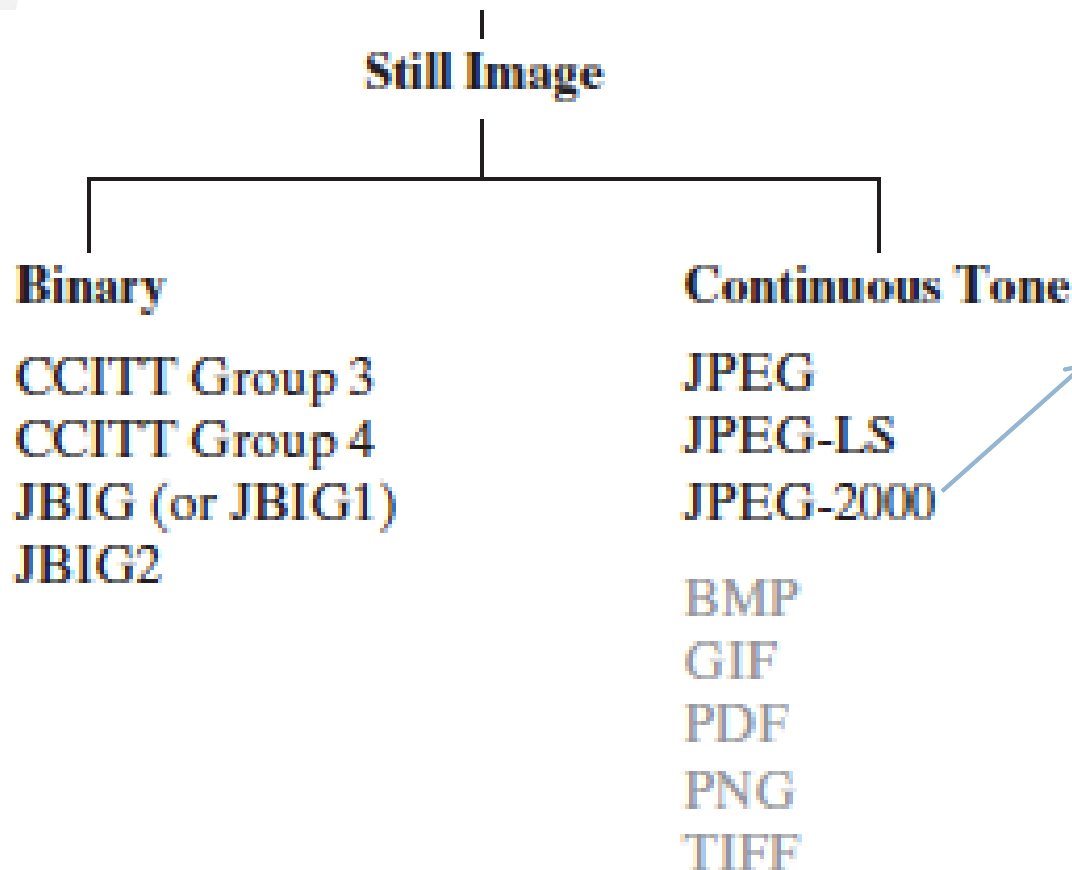
Codificação quase sem perda.  
Baseada em adaptação  
preditiva, modelagem de  
contexto e Golomb.



# Compressão de Imagens

28

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem



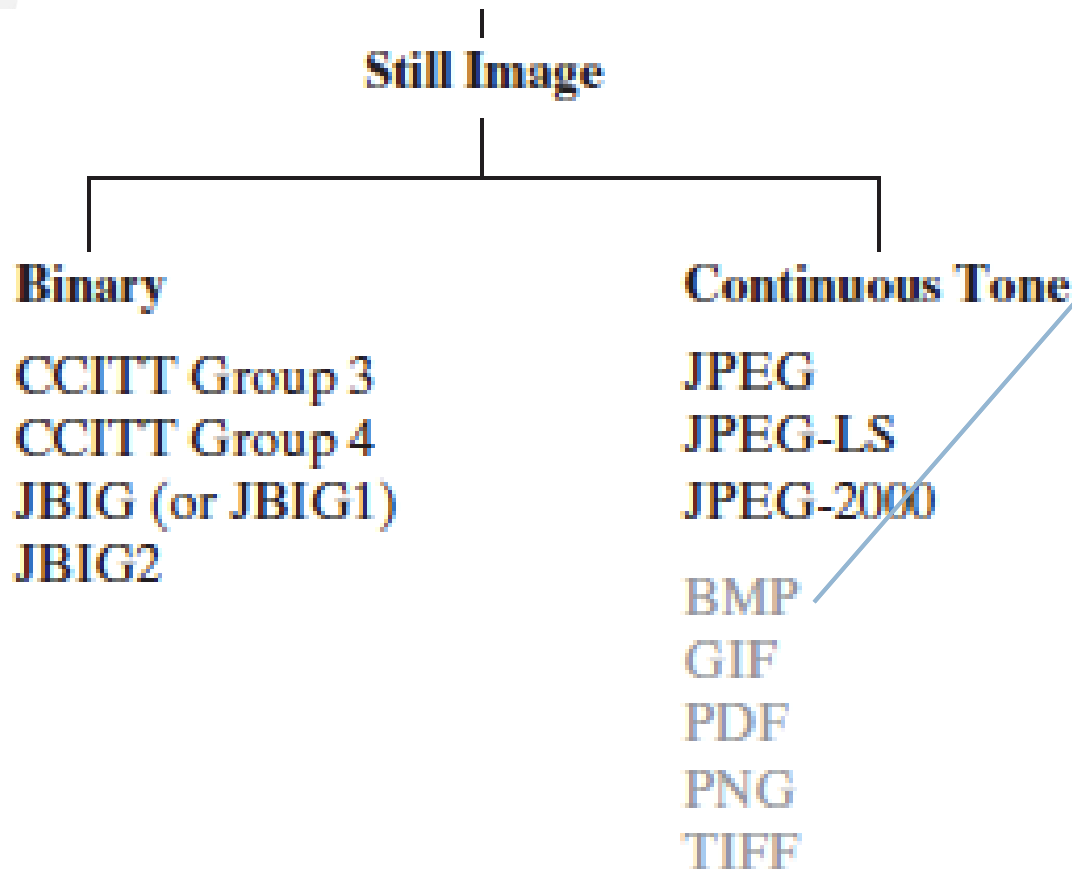
Desenvolvida para aumentar a qualidade de imagens fotográficas.

Usa codificação aritmética e DWT.

# Compressão de Imagens

29

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

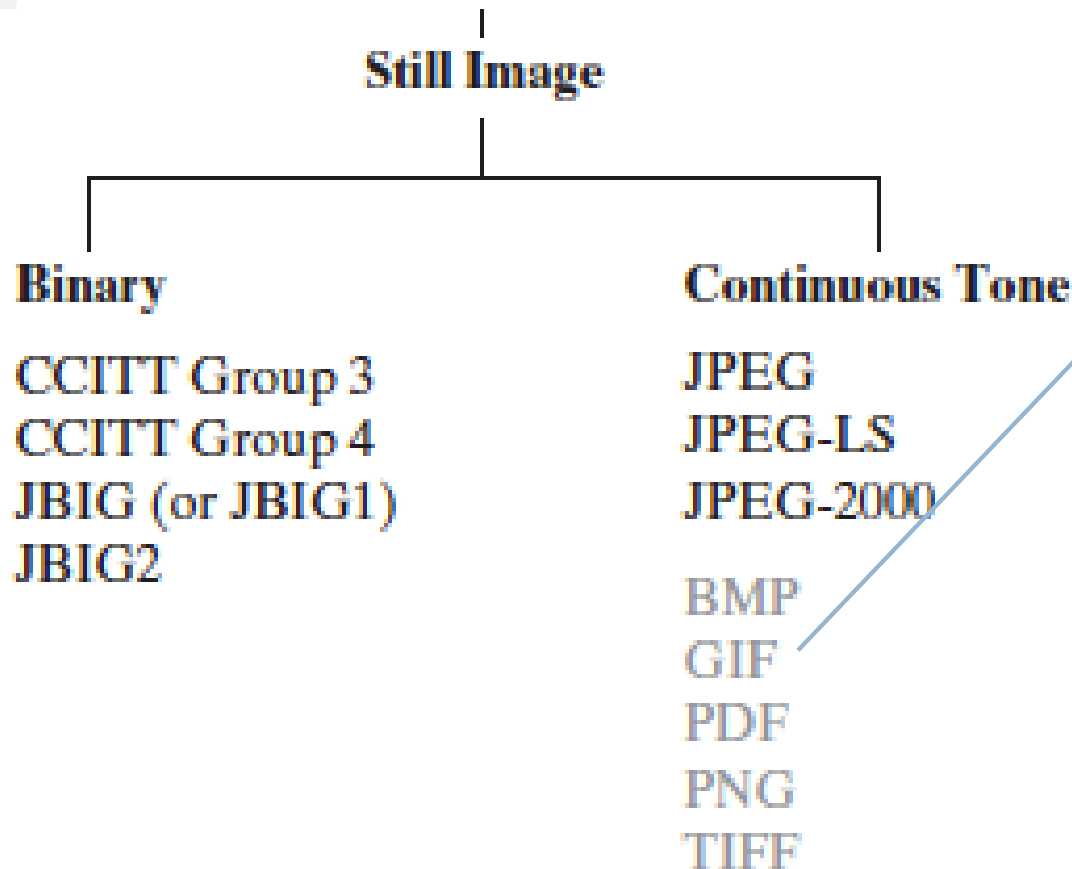


Windows Bitmap. Formato de imagem sem compressão.

# Compressão de Imagens

30

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem

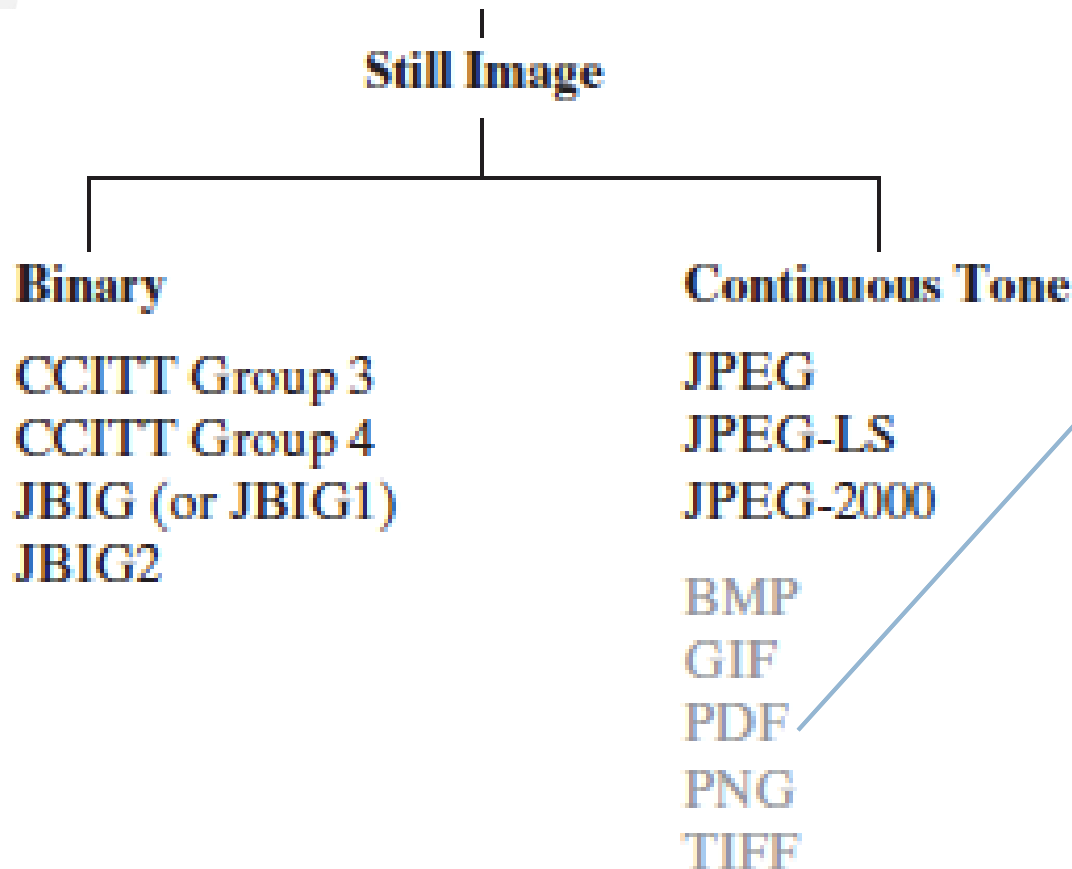


Usa codificação sem perda  
LZW para imagens  
de 1 a 8 bits.

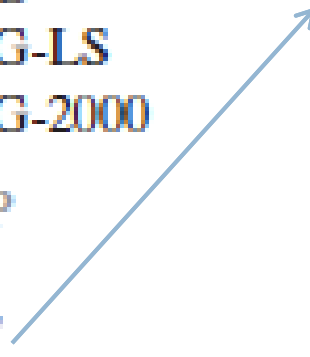
# Compressão de Imagens

31

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem



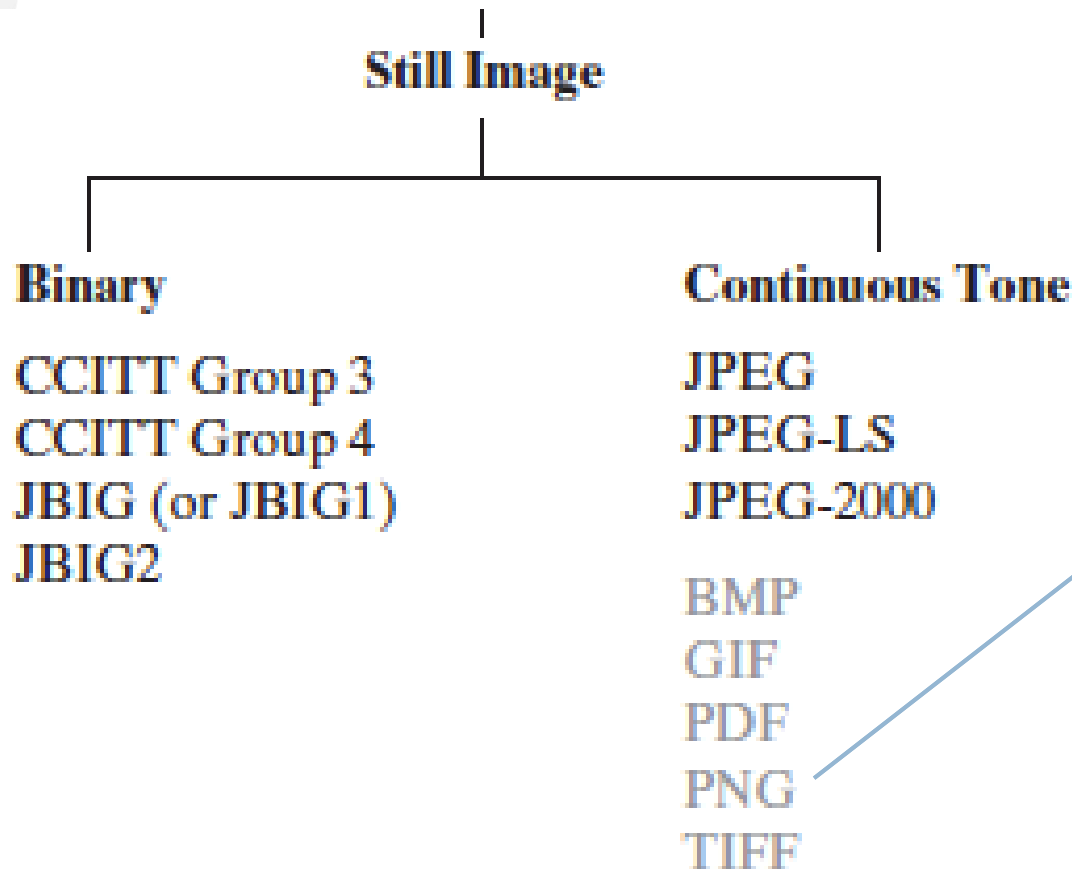
Funciona como um container para JPEG, JPEG2000, CCITT e outros. Algumas versões seguem o padrão ISO.



# Compressão de Imagens

32

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem



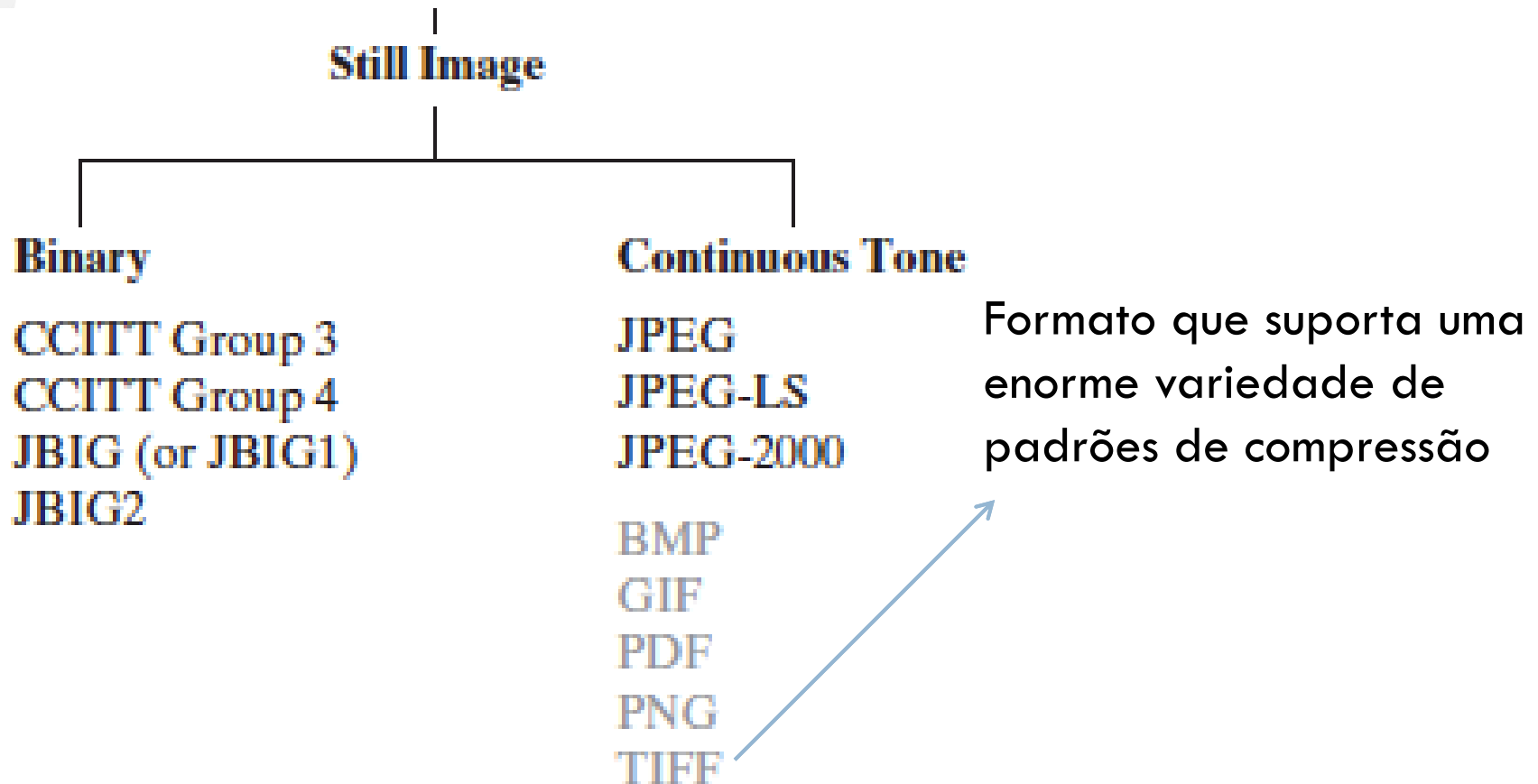
Codificação sem perda para Imagens coloridas com transparência. Usa a diferença de valor de cada pixel com uma predição baseado nos pixels anteriores.



# Compressão de Imagens

33

- Lista dos mais importantes padrões de compressão de imagem



# Compressão de Imagens

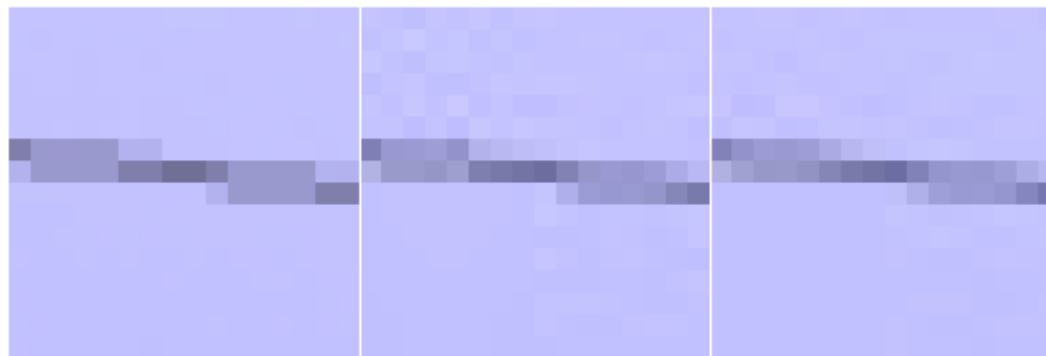
34

- Algoritmo recente: Guetzli (Google) (1)
  - ▣ Reduz o JPEG em até 35%, sem prejudicar a qualidade da imagem
    - Alguns casos até melhora a qualidade
- Como funcionam:
  - ▣ JPEG: etapa de quantização elimina detalhes da imagem e gradientes de cores perdem tons
  - ▣ Guetzli: “aproxima a percepção de cor e os mascaramentos visuais de uma forma mais detalhada e minuciosa do que seria possível com simples transformações de cores e transformadas discretas de cosseno”

# Compressão de Imagens

35

- ❑ Algoritmo recente: Guetzli (Google) (2)
  - ▣ 75% das pessoas preferem o Guezkli ao JPEG



# Compressão de Imagens

36

## □ Algoritmo recente: Guetzli (Google) (3)

### □ Desvantagens

- Os algoritmos de busca “levam muito mais tempo para criar imagens comprimidas que os métodos disponíveis atualmente

### □ No entanto

- Testes mostraram que usuários preferiram mesmo quando os arquivos eram do mesmo tamanho ou maiores
- Por isso, o Google acha que a compressão mais lenta é uma contrapartida que vale a pena

# Referências

37

- 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.
- Pennebaker & Mitchell. JPEG Still Image Data Compression Standard. Van Nostrand Reinhold, 1993.
- Notas de aula do Prof. Antonio G. Thomé. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Aquisição e Representação de Imagem Digital