

# CAP 3. COMPRESSÃO DE DADOS MULTIMÍDIA

## Aula 9: Padrões de compressão multimídia – MPEG Vídeo

---

INE5431 Sistemas Multimídia  
Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)  
roberto.willrich@ufsc.br

# Compressão de Dados Multimídia

---

## Conteúdo:

- Necessidade de compressão
- Princípios da compressão
- Classificação das técnicas de compressão
- Medição do desempenho de compressão
- Técnicas de compressão sem perdas
  - RLE, Huffman, LZW (GIF), Codificação Preditiva
- Técnicas de compressão de áudio, vídeo e imagens
- Padrões de compressão multimídia
  - JPEG, Codecs de Voz, MPEG Áudio, MPEG Vídeo, H.261, H.263

# Padrão ISO/IEC MPEG

---

## Motion Picture Expert Group

- Grupo de padrões de representação codificada de vídeos, áudios digitais e suas combinações

## Características

- MPEG usa a compressão intra e inter-quadros de vídeos
  - obtém altas taxas de compressão devido a alta redundância dos vídeos
- Especificações MPEG também incluem um algoritmo para compressão de áudio
  - Compressão do áudio associado e a sincronização áudio-visual não podem ser independente da compressão do vídeo

# Padrão ISO/IEC MPEG

---

## Vários itens de trabalho

- MPEG-1 (1993)
  - Vídeo pode codificar imagens de até 4096x4096 pixels e 60 fps.
  - A maioria das aplicações usam o formato SIF, com 240x352 pixels e 30fps, e subamostragem de croma 4:2:0.
- MPEG-2 (1994)
  - Pode codificar imagens de até 16.383 x 16.383 pixels
  - Padrão organizado em perfis e níveis. Exemplos:
    - Nível baixo (240 x 352 pixels x 30 fps – idêntico ao SIF MPEG 1),
    - Nível principal, visando a codificação com qualidade de TV (720 x 480 e 30 fps), e
    - Níveis alto, visando a TV de alta resolução - HDTV, e a produção de filmes (em geral 1280 x 720 e 30fps; 1920 x 1080 e 30 fps ou 1440 x 1152 e 30 fps).
  - O padrão permite subamostragem de croma 4:2:0, 4:2:2 e 4:4:4.

# Padrão ISO/IEC MPEG

---

## Vários itens de trabalho

- MPEG-3
  - Para vídeo com qualidade HDTV na taxa de 40 Mbps
    - interrompido em julho 1992
- MPEG-4 (1998)
  - Objetivo inicial: codificação para audiovisual com muito baixa taxa de transmissão (variando de 4,8 a 64 Kbps)
  - Hoje: oferece soluções para vários tipos de aplicações com qualidades diferentes
- Outras finalidades, como MPEG-7 (2001)
  - Interface de Descrição de Conteúdo Multimídia: um padrão de descrição de dados multimídia (informações audiovisuais)
    - Permitindo a busca e filtragem

# Padrão ISO/IEC MPEG 1

---

## MPEG 1 (ISO/IEC-11172) tem cinco partes

- ISO/IEC-11172-1 MPEG-Sistemas
  - Sincronização e multiplexação de fluxos de áudio e vídeo compactados
- ISO/IEC-11172-2 MPEG-Vídeo
  - Compressão de sinais de vídeo;
- ISO/IEC-11172-3 MPEG-Áudio
  - Compressão de um sinal de áudio digital
- ISO/IEC-11172-4 Teste de Conformidade
  - Especifica procedimento para determinar as características dos fluxos codificados e para testar a conformidade com os requisitos identificados no Áudio, Vídeo e Sistemas
- ISO/IEC-11172-5 Simulação de Software
  - Oferece uma implementação de referência.



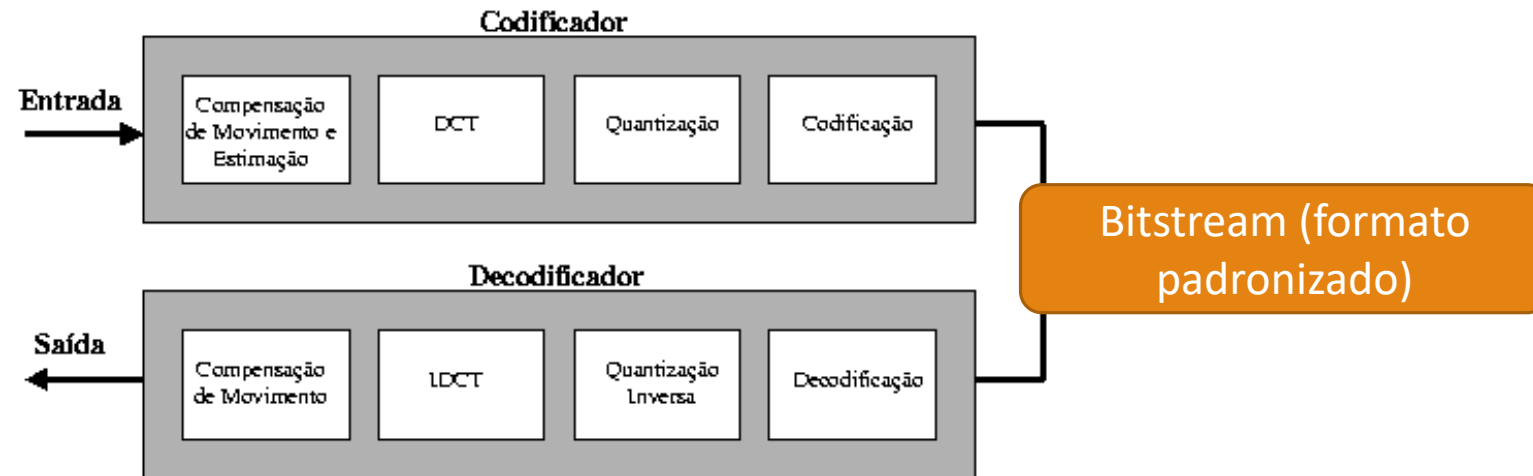
## MPEG separa áudio e vídeo

- Compressão em três camadas: a camada de sistema, de áudio e de vídeo

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

**MPEG especifica a sintaxe dos fluxos codificados para que decodificadores possam decodificar**

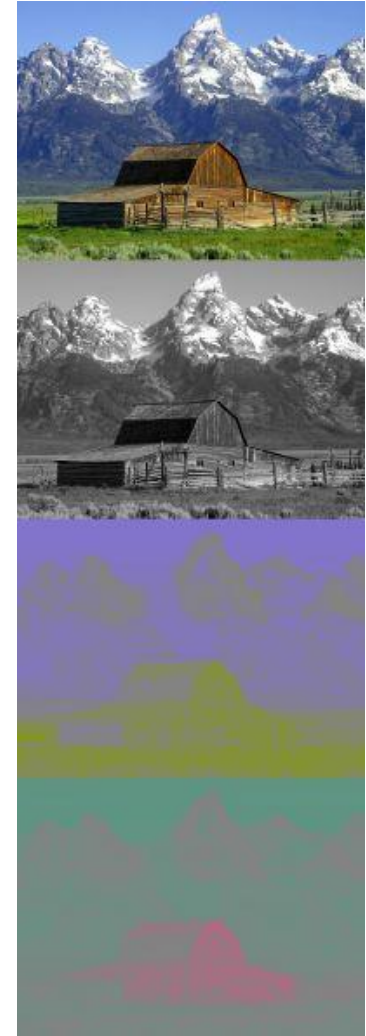
- como gerar o bitstream não é padronizado
- permite inovações no projeto e implementação de codificadores



# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Imagem MPEG (quadro do vídeo)

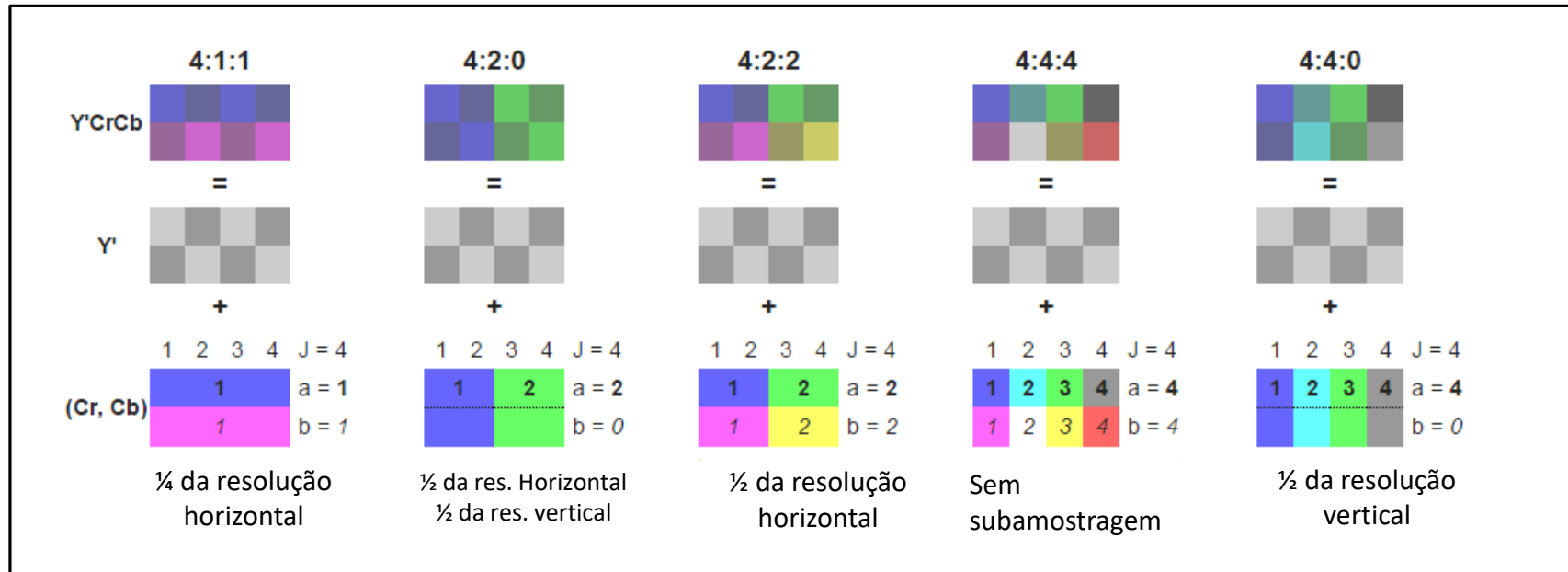
- É a unidade elementar para a codificação do vídeo
- Imagens são representadas no espaço de cores YCbCr
  - Grupo de três matrizes retangulares que representam a luminância (Y) e a cromaticidade (Cr e Cb)
  - É preferível YCrCb pois o olho é mais sensível a luminosidade que a cromaticidade
    - Podem ser feita subamostragens nas matrizes Cb e Cr





# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Subamostragens YCbCr



Original sem sub-amostragem de crominância, 200% de zoom



Original após sub-amostragem de crominância, 200% de zoom

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

---

## Compactação MPEG-1 Video

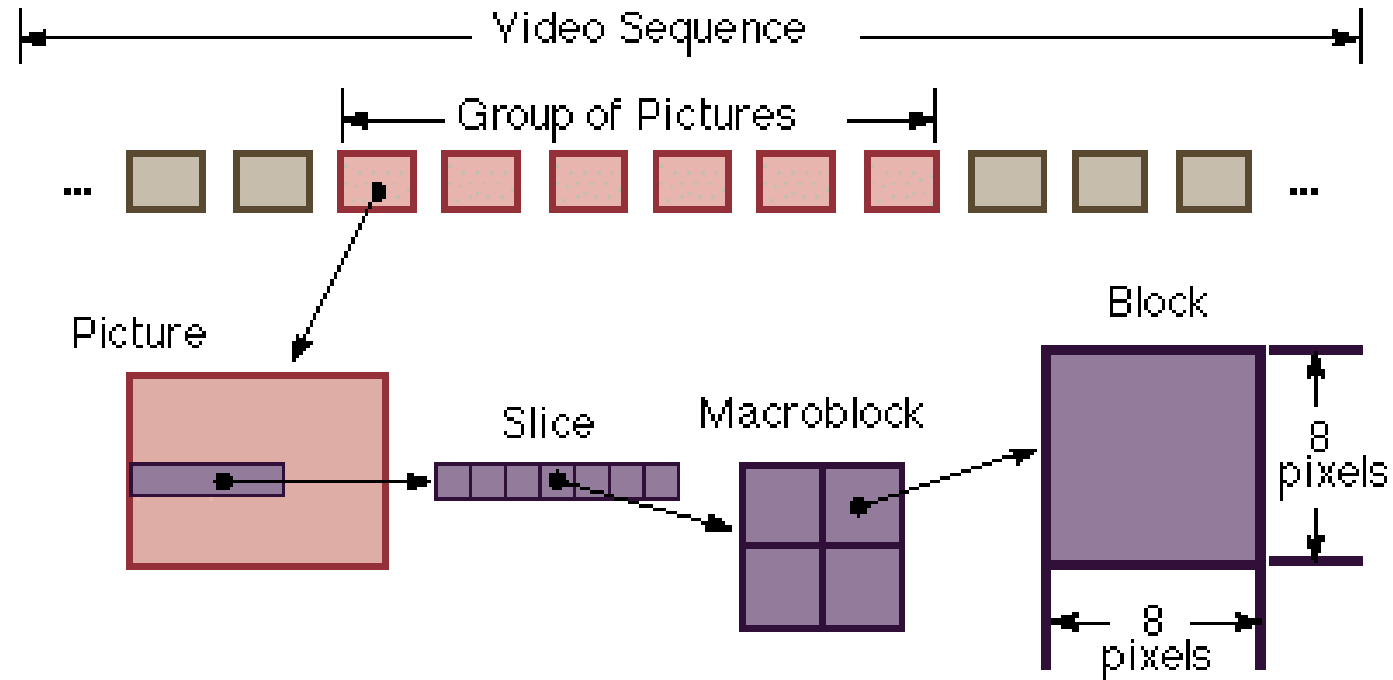
- Em vídeo existem dois tipos de redundância: espacial e temporal
  - MPEG-1 explora estas duas redundâncias

## Redundância espacial

- Pode ser explorada pela simples codificação em separado de cada quadro
- Blocos de 8x8 pixels são compactados similar a uma compressão JPEG

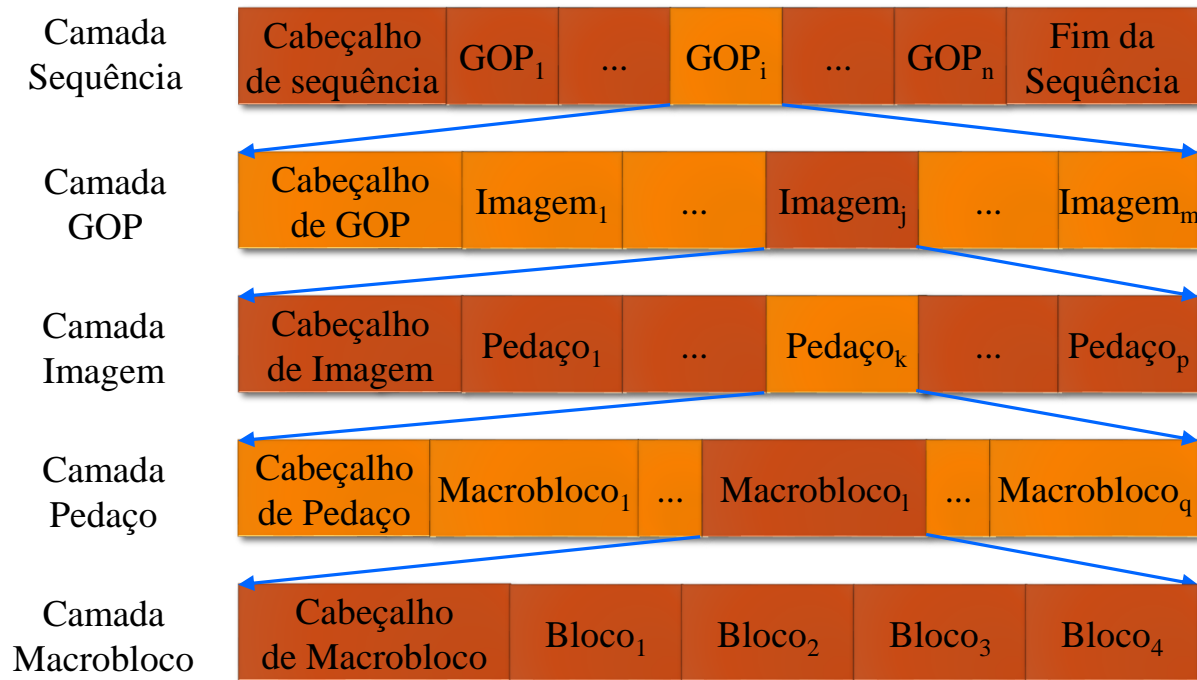
# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Hierarquia do fluxo de dados MPEG-1



# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

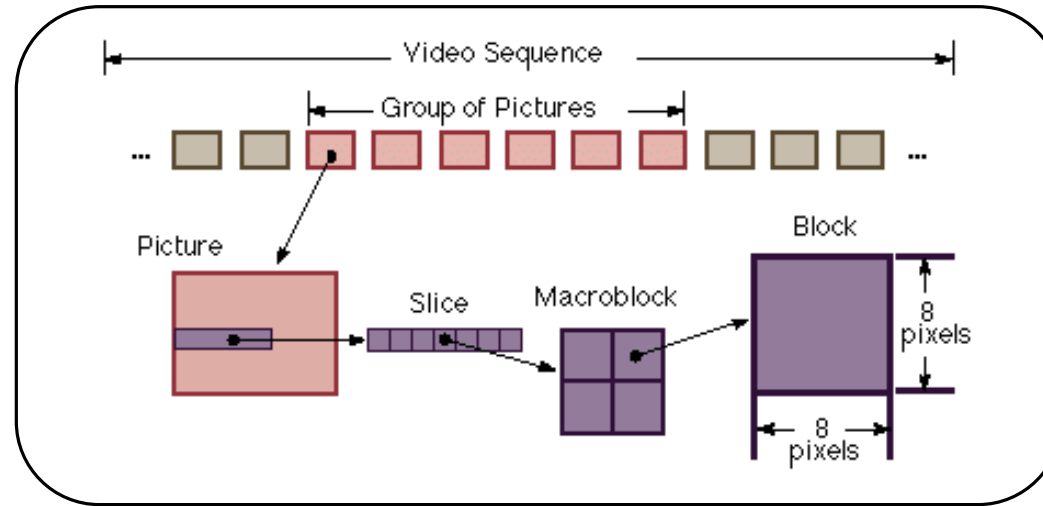
## Fluxo de vídeo MPEG-1:



- GOP (Grupo de imagens): fornece um ponto de acesso aleatório
- Camada de imagem contém todas as informações codificadas de uma imagem
  - cabeçalho contém a referência temporal de uma imagem, o tipo de codificação, etc..

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

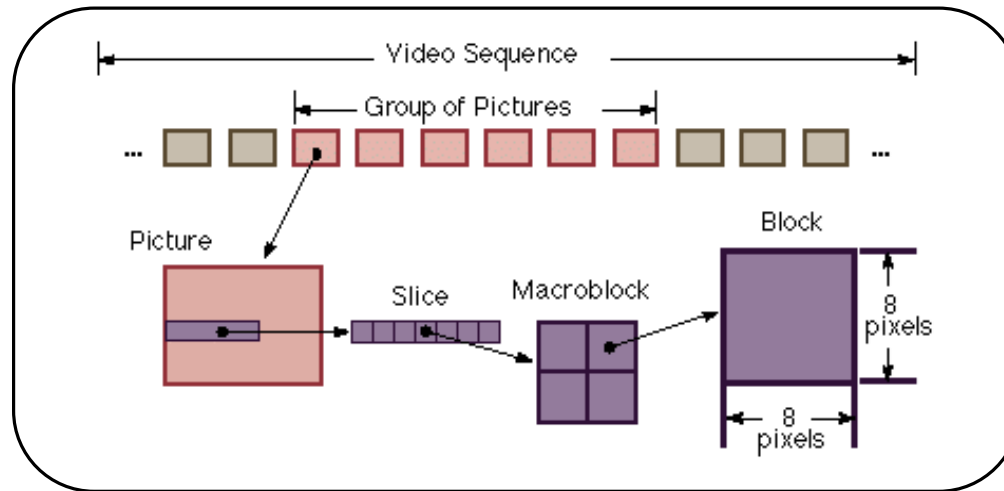
## Fluxo de vídeo



- Imagens (Quadro do Vídeo)
  - Podem ser codificadas com diferentes formas: I-Frame, P-Frame, B-Frame
    - Compactados eliminando redundância espacial (I-Frame) ou espacial/temporal (P e B-Frames)
    - Compactados descartando informações pouco relevantes para a percepção humana

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

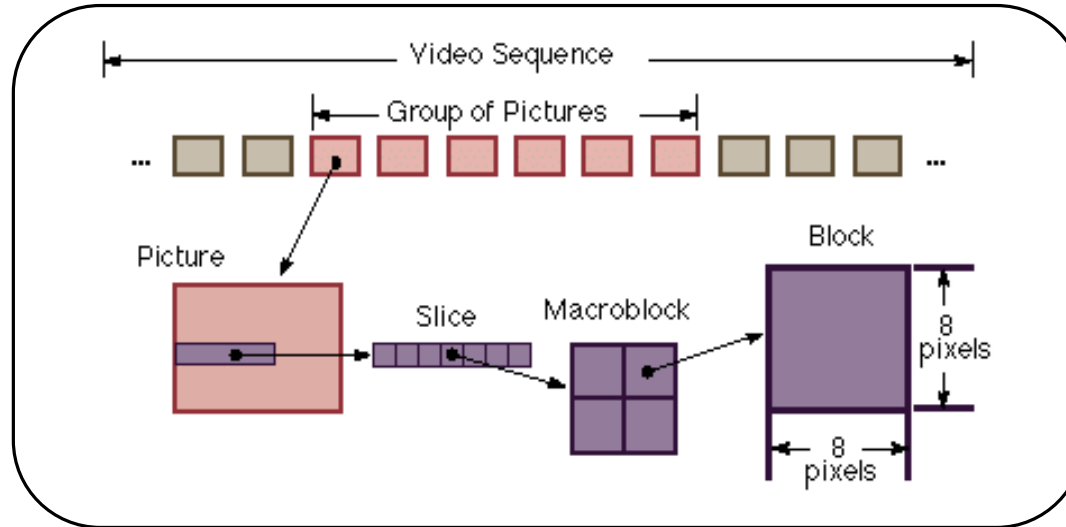
## Fluxo de vídeo



- Imagens são divididas em pedaços (slices):
  - Número de pedaços podem ser variáveis
  - Cada pedaço consiste de um número variável de macroblocos (16x16 pixels)
  - Importante para o controle de erro
    - Se existe um erro no fluxo de dados, o decodificador pode saltar um pedaço
    - Maior o número de pedaços, melhor é o tratamento de erro

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Fluxo de vídeo

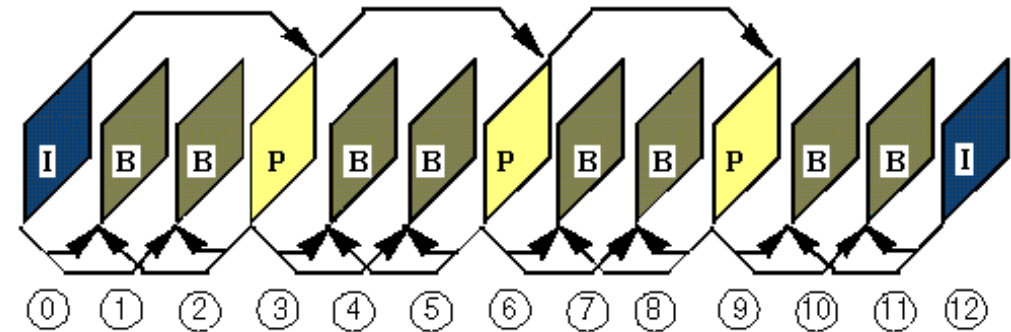


- **Macrobloco**
  - Usado na estimativa e compensação do movimento
- **Bloco de Imagem**
  - um bloco é uma matriz 8x8 pixels tratados como unidades e entrada para o DCT

# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Grupo de Imagem consiste de quatro tipos de quadros:

- Quadros I (Intracoded)
  - imagens estáticas, independentes e codificadas com o JPEG.
- Quadro P (Predictive)
  - diferença bloco a bloco com o quadro I ou P anterior
- Quadro B (Birectional)
  - diferença com o último quadro e com o quadro seguinte
- Quadro D (DC-coded)
  - Médias de bloco usadas para o avanço rápido (fast forward).

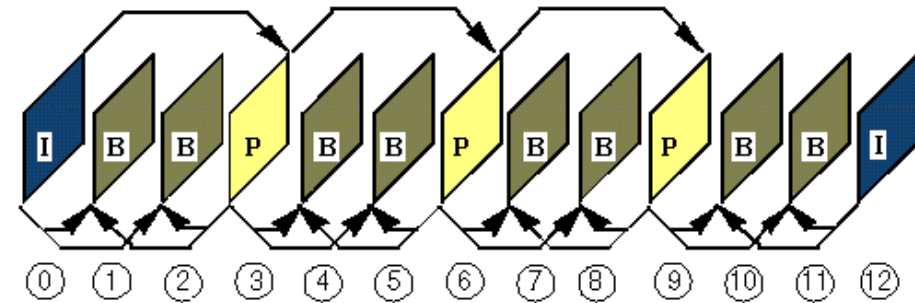




# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

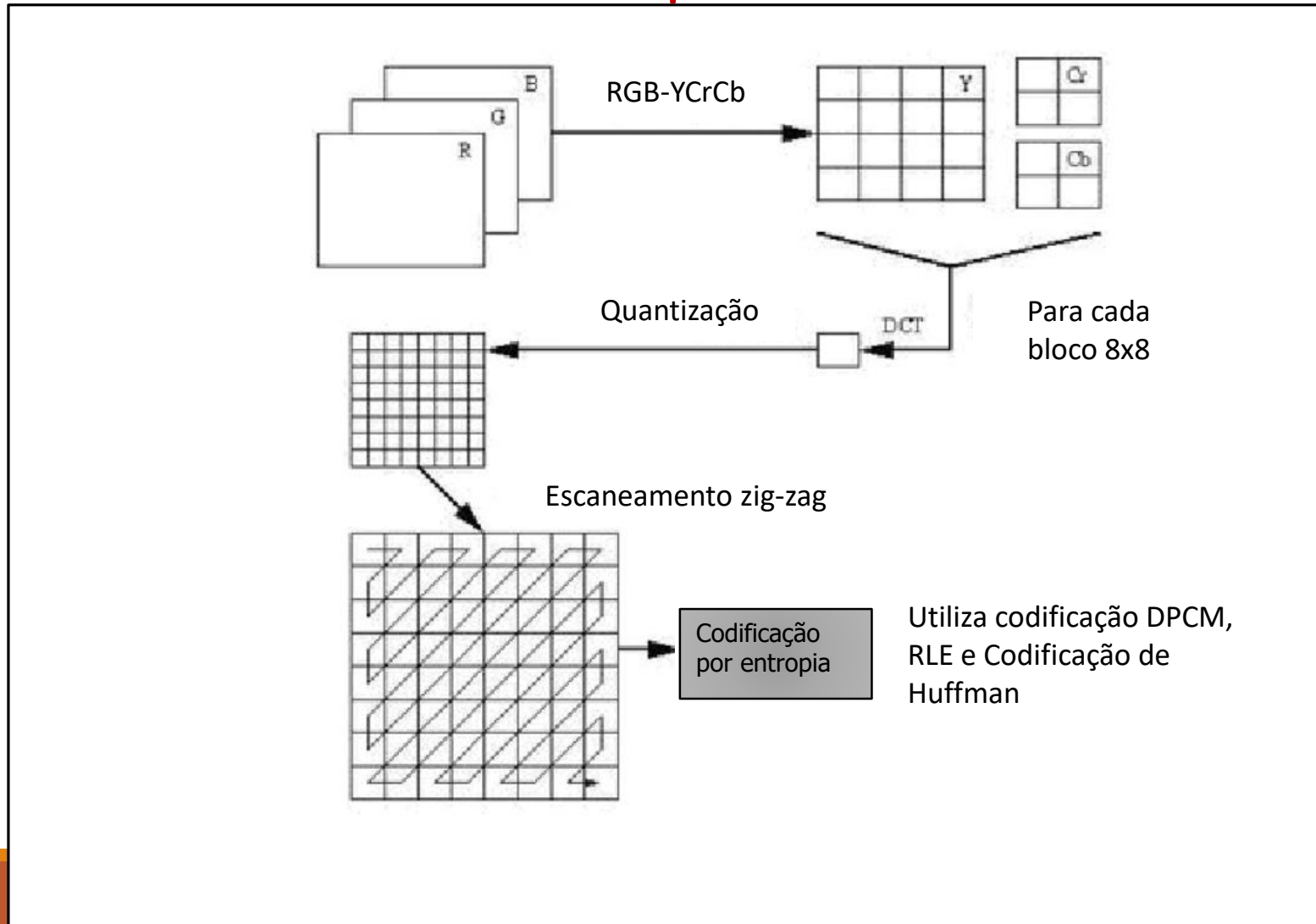
## Quadro I

- Imagens estáticas, independentes e codificadas com o JPEG
- É necessário que quadros I apareçam periodicamente no fluxo de saída
  - no caso de transmissão multicast
    - receptores podem entrar no grupo em tempos distintos, requerendo um quadro I para começar a decodificação MPEG-1
  - se um quadro for recebido com erro
    - decodificação não será mais possível
- Quadros I são inseridos na saída uma ou duas vezes por segundo



# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Compressão dos blocos 8x8 píxeis



# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

---

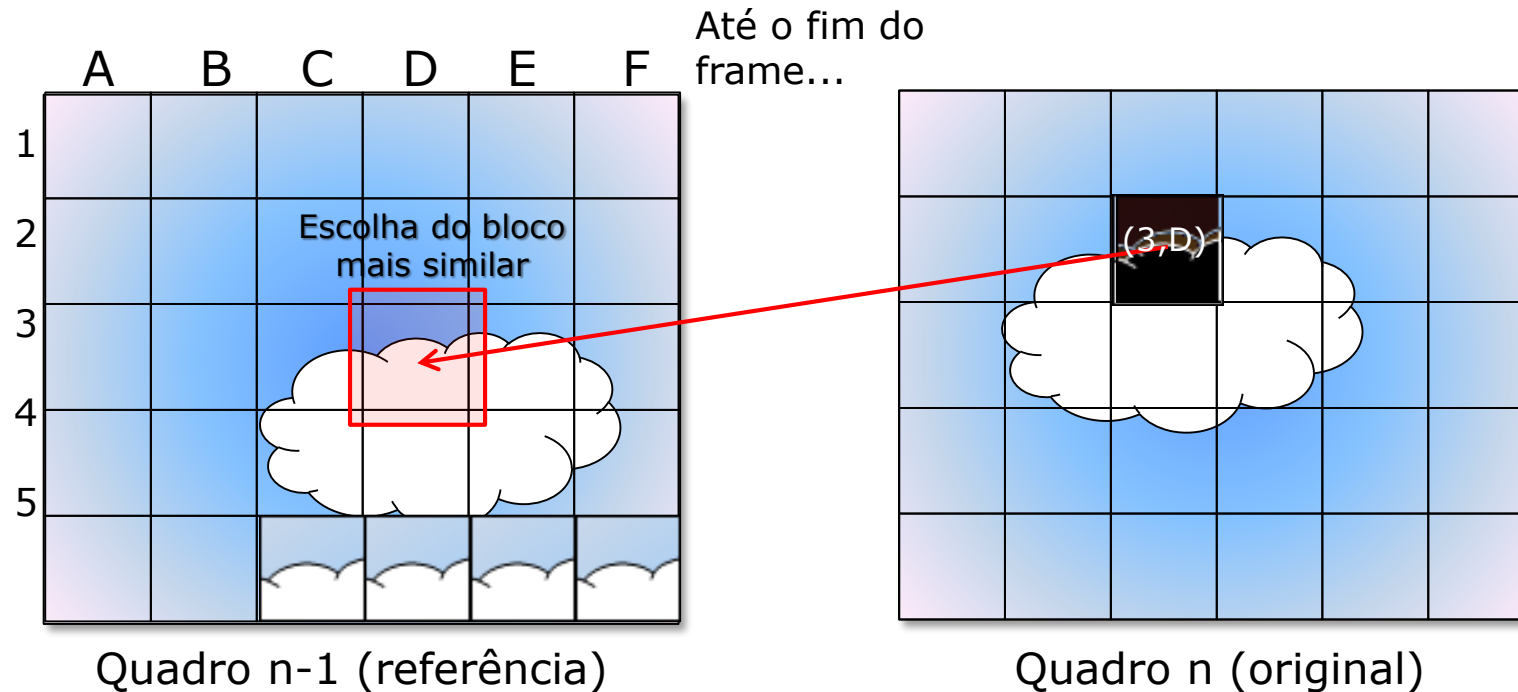
## Quadros P e B exploram a redundância temporal

- Compactação adicional pode ser obtida explorando o fato de que dois quadros consecutivos são, com frequência, quase idêntico
- MPEG faz compensação de movimento
  - Calcula o vetor de movimento dos macroblocos e a diferença macrobloco a macrobloco



# Padrão ISO/IEC MPEG-1 Vídeo

## Exemplo simples: Compara a similaridade entre blocos

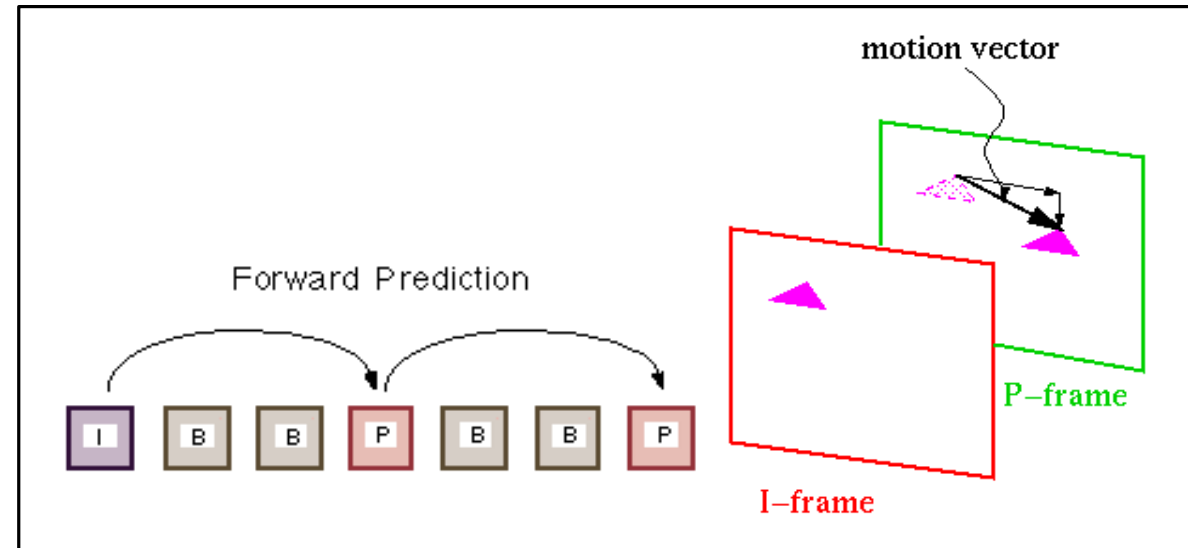


- Mantém a diferença entre os blocos (resíduo);
- Cria o vetor de movimento, referenciando o bloco do quadro anterior;

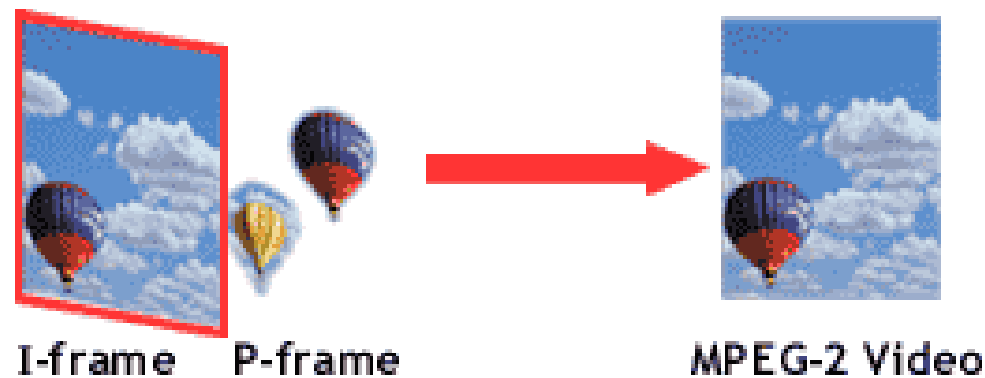
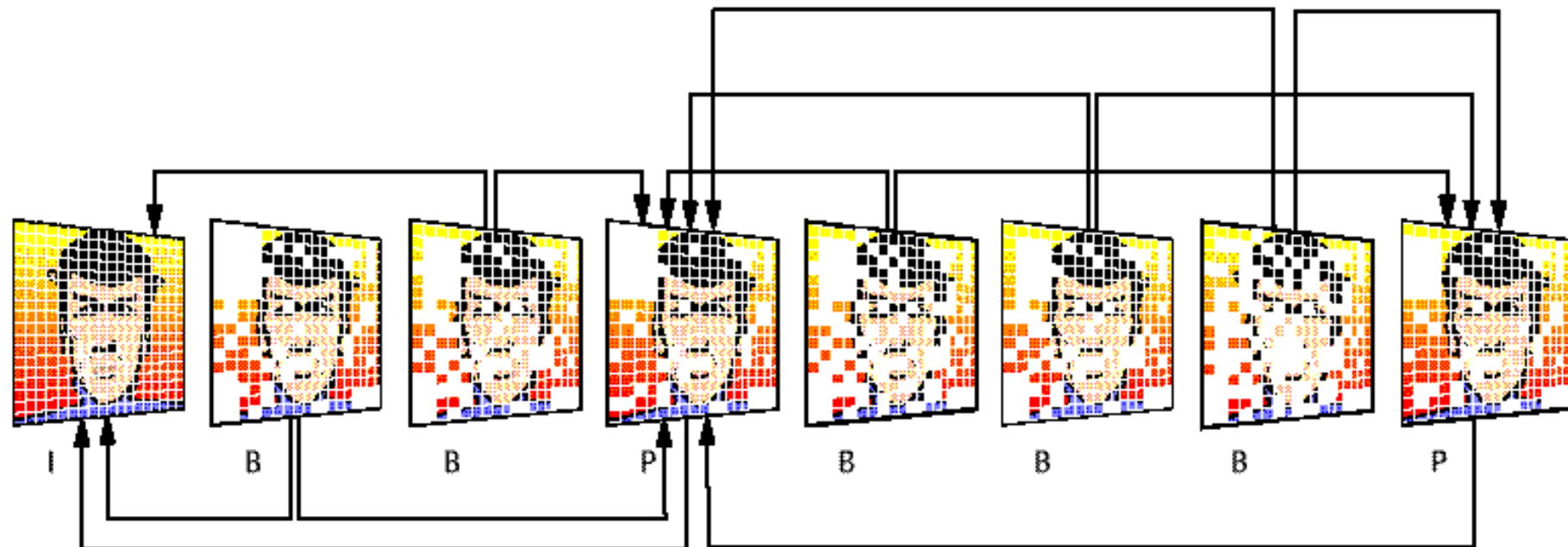
# Compactação MPEG-1 Video

## Quadro P

- Codificam as diferenças entre o quadro em codificação e predecessor
  - 50% do tamanho de um quadro I
- Se baseiam na ideia dos macroblocos, de 16x16 pixels
  - macrobloco é codificado da seguinte forma:
    - tentando-se localizá-lo, ou algo parecido com ele, no quadro anterior
- Decodificar quadros P requer que o decodificador armazene o quadro I ou P anterior em um buffer
  - a partir do qual o novo quadro é construído baseado em macroblocos completamente codificados e macroblocos contendo diferenças com o quadro anterior



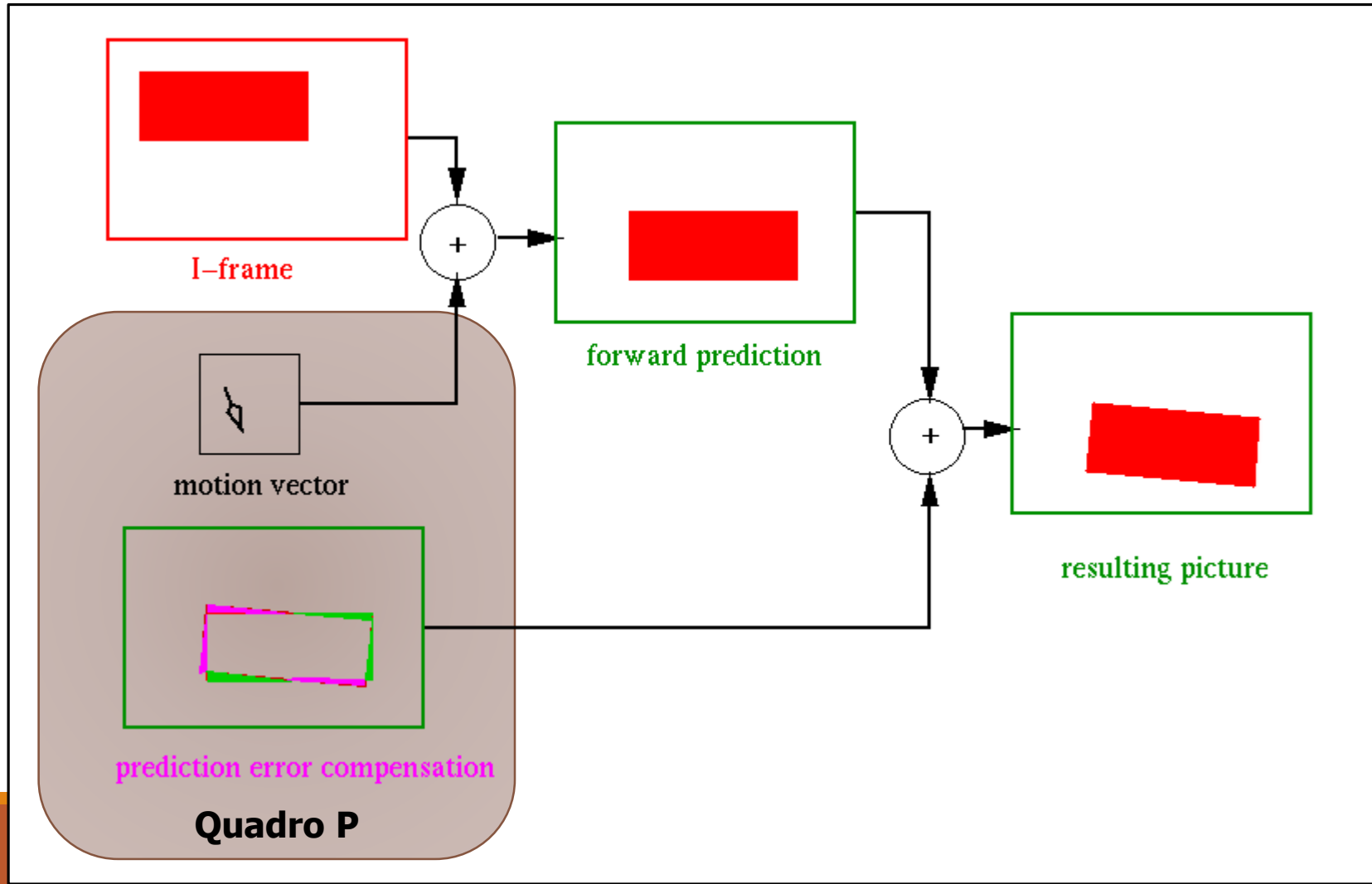
# Compactação MPEG-1 Video



# Compactação MPEG-1 Video

## Quadro P

- Estimativa e compensação do movimento



# Compactação MPEG-1 Video

## Quadro P

- Estimativa e compensação do movimento



I-frame



B-frame



B-frame



B-frame



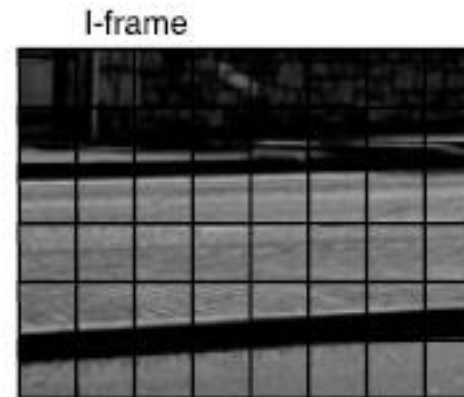
B-frame



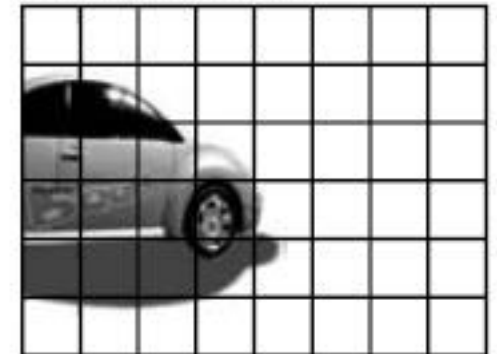
B-frame



P-frame



P-frame differences

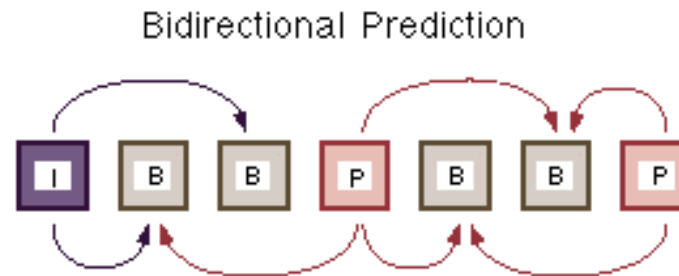




# Compactação MPEG-1 Video

## Quadro B

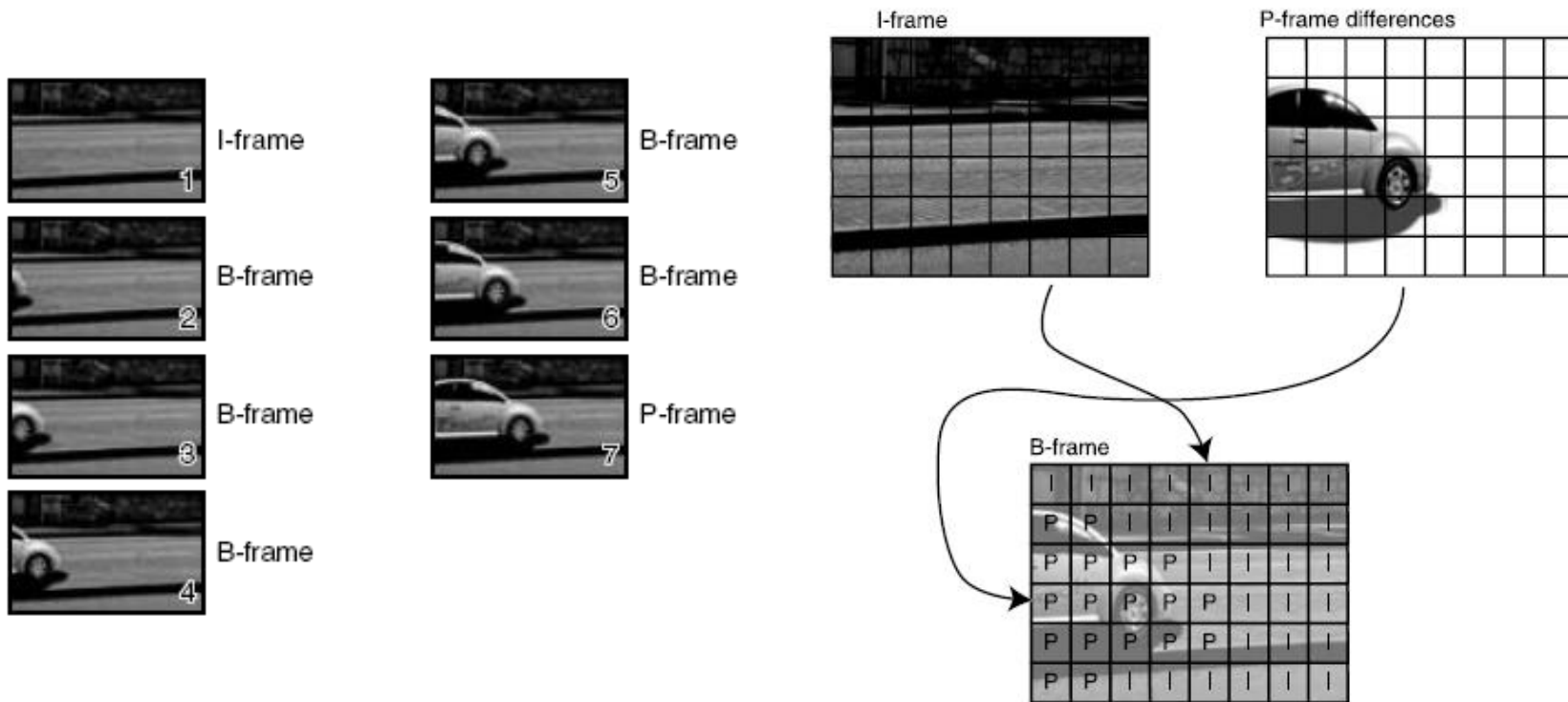
- Codificam as diferenças com o último quadro I ou P e com o quadro seguinte
  - 15% do tamanho de um quadro I
  - permitem que o macrobloco de referência esteja tanto no quadro anterior quanto no quadro seguinte
  - acarreta uma melhoria na compensação do movimento
- Para decodificar quadros B
  - decodificador precisa manter três quadros decodificados na memória ao mesmo tempo: o quadro anterior, o atual e o próximo



# Compactação MPEG-1 Video

## Quadro B

- Estimativa e compensação do movimento



# Compactação MPEG-1 Video

---

## Quadro D

- Só são usado para possibilitar a apresentação de uma imagem de baixa resolução quando um avanço rápido ou um retrocesso

## Um fluxo MPEG-1

- Uma sequência de quadros codificados teria a seguinte forma:
  - IBBPBBPBBPBBIBBPBBPBBPB.....

## Codificação MPEG-2

- É fundamentalmente semelhante à codificação MPEG-1
  - com quadros I, P e B
  - quadros D não são aceitos
- Transformação discreta de co-seno é de 10x10 em vez de 8x8
  - para proporcionar mais 50 por cento de coeficientes
  - melhor qualidade

# MPEG-1 Sistemas

---

## Define uma estrutura para:

- Combinar fluxos elementares, incluindo áudio, vídeo e outros fluxos de dados
  - chamado de Fluxo MPEG
  - até 32 fluxos de áudio MPEG e 16 fluxos de vídeo MPEG podem ser multiplexados juntamente com 2 fluxos de dados de diferentes tipos

## Especifica o modo de representar as informações temporais necessárias para reprodução de sequências sincronizadas em tempo real

- sincronização de fluxos elementares
- gerenciamento de buffer nos decodificadores
- acesso aleatório
- identificação do tempo absoluto do programa codificado

# Pontos Importantes

---

## MPEG Vídeo (1 e 2)

- Conhecimentos dos princípios da compressão: redundância espacial (similar a JPEG) e temporal (estimativa e compensação do movimento)