



# SCE622 – Multimídia e Hiperemídia

---

**Prof.: Dr. Marcelo Manzato**  
([mmanzato@icmc.usp.br](mailto:mmanzato@icmc.usp.br))

## Aula 5 – Vídeu.

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC  
Sala 3-160



# 1. Vídeo Analógico

---

- Por quê estudar vídeo analógico?
  - Indústria da TV.
  - Digitalização = passo posterior.
- O que é necessário saber?
  - Varredura.
  - Parâmetros.
  - Padrões para sistemas em cores.



# 1. Vídeo Analógico

---

- Uma imagem na natureza é um fenômeno paralelo – todos os objetos na imagem estão refletindo a luz ao mesmo tempo
- O olho humano também é um sensor paralelo, isto porque os receptores bastonetes e cones da retina são todos ativados simultaneamente. O nervo óptico contém milhões de conexões para levar a informação em paralelo até o cérebro
- Contudo, no mundo eletrônico, uma conexão paralela requerendo milhões de ligações é impraticável. Uma conexão única, ou algumas poucas conexões, são fáceis de manusear. Um sensor de vídeo (câmera) implementa um esquema para converter uma imagem que é basicamente paralela, através de uma voltagem elétrica que gera um sinal de vídeo



# 1. Vídeo Analógico

---

- Uma imagem pode ser capturada eletricamente através de uma leitura seqüencial dos valores de brilho de uma série de pontos que a compõem, convertendo assim a imagem inteira.
- Isso é chamado de rastreamento ou varredura (*scanning*). Um sinal analógico (voltagem) é gerado, representando o brilho de um ponto da imagem. Se o processo é feito rapidamente (30 a 60 vezes por segundo), os olhos vêem uma imagem contínua.



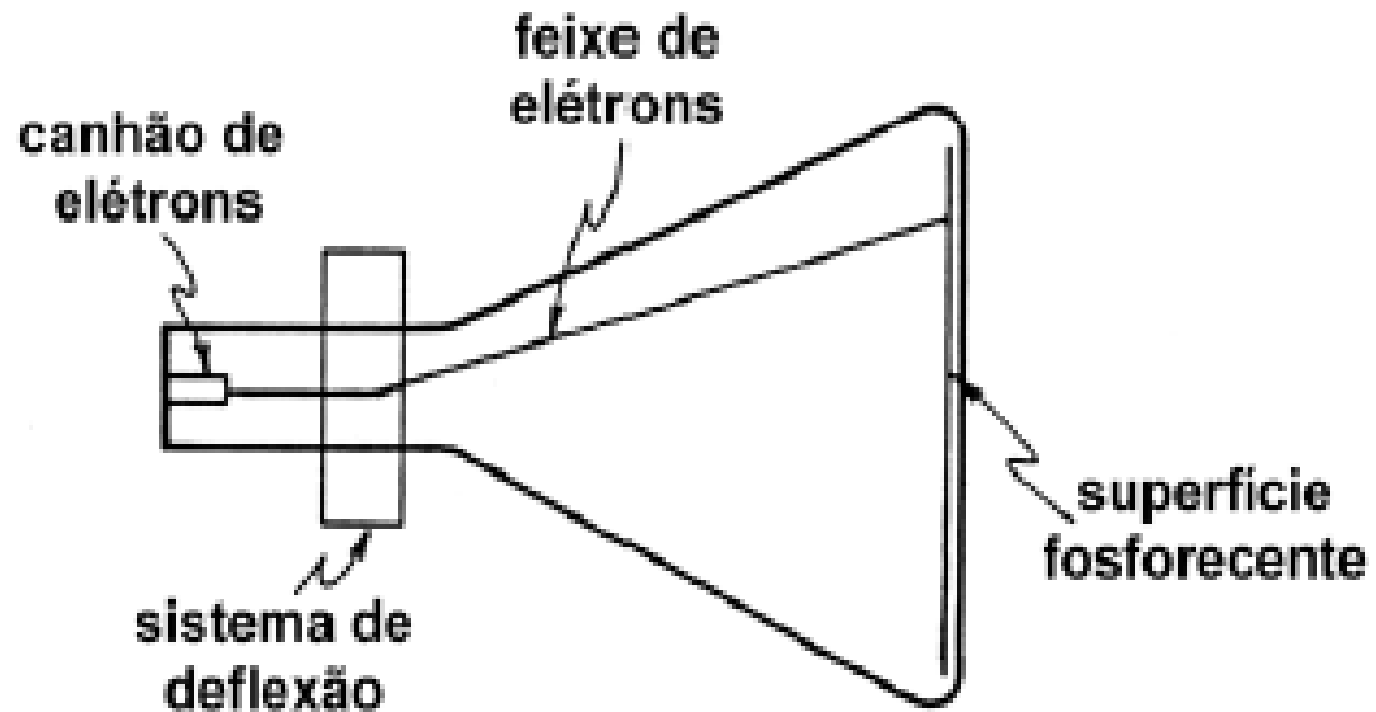
# 1. Vídeo Analógico

---

- Tecnologia raster-scan
  - Controlador de vídeo transfere o conteúdo do frame buffer para o monitor de vídeo.
  - Conteúdo deve ser transferido repetidamente.
    - Pelo menos 15 vezes por segundo para manter imagem estável.
  - Ocorre uma conversão digital-analógico.
  - Utiliza CRT e varredura (ou rastreamento).
  - Mesma tecnologia de aparelhos antigos de TV.

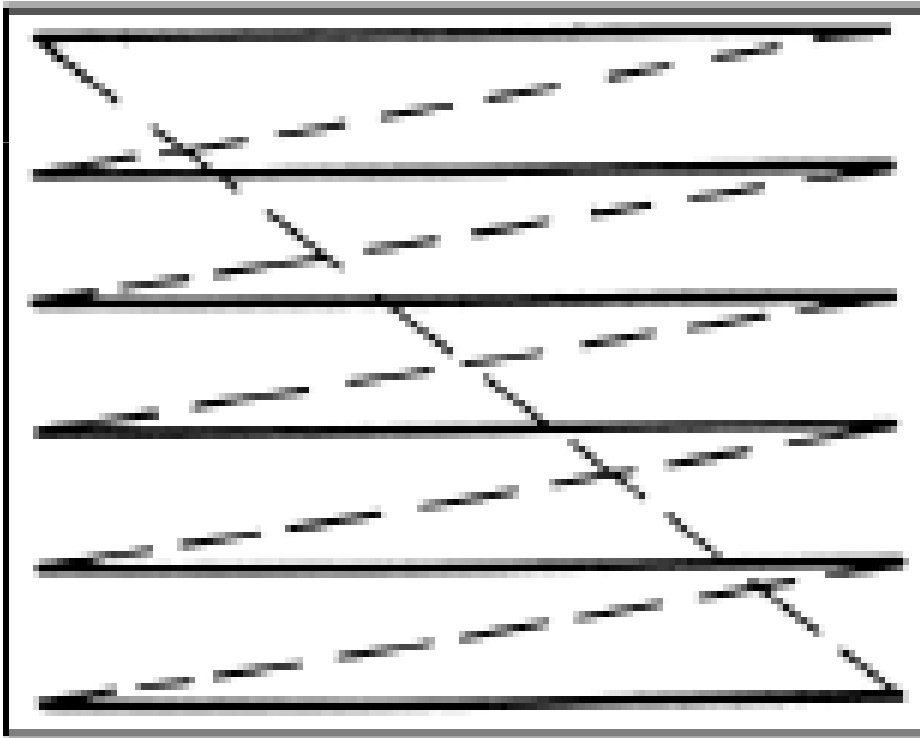
# 1. Vídeo Analógico

- CRT (Cathode Ray Tube)

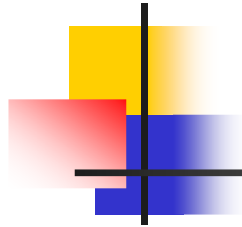


# 1. Vídeo Analógico

- Rastreio fixo.



- Feixe se move da esq. p/ a dir.
- Retraço horizontal.
- Refreshing.
  - Retraço horizontal.
- Intensidade do feixe em um pixel é determinada pelo valor no frame buffer.
- Taxa de refresh = Hertz ou quadros por segundo.



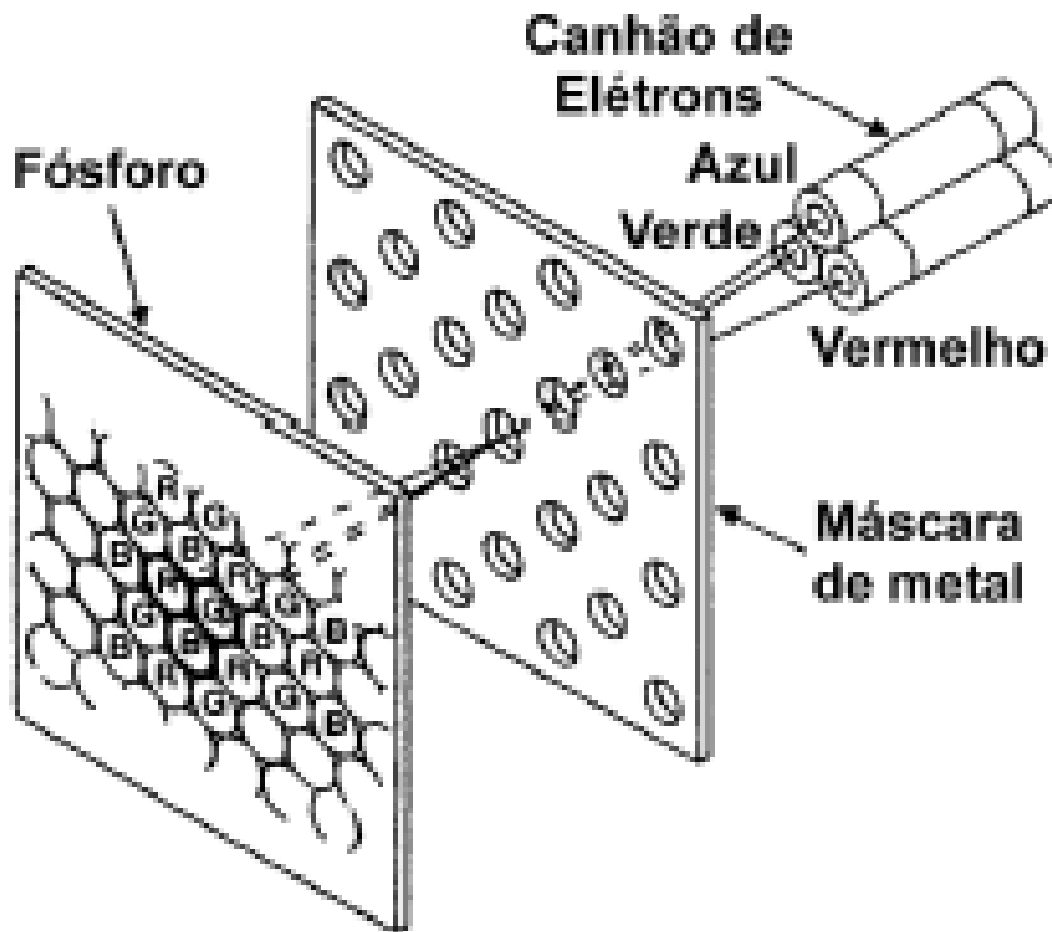
# 1. Vídeo Analógico

---

- Imagens coloridas:
  - Utilizam um CCD para cada primária (RGB).
  - Um filtro separa a luz incidente direcionando as componentes para o CCD correto.
  - Cada posição do frame buffer armazena informação dos três componentes.



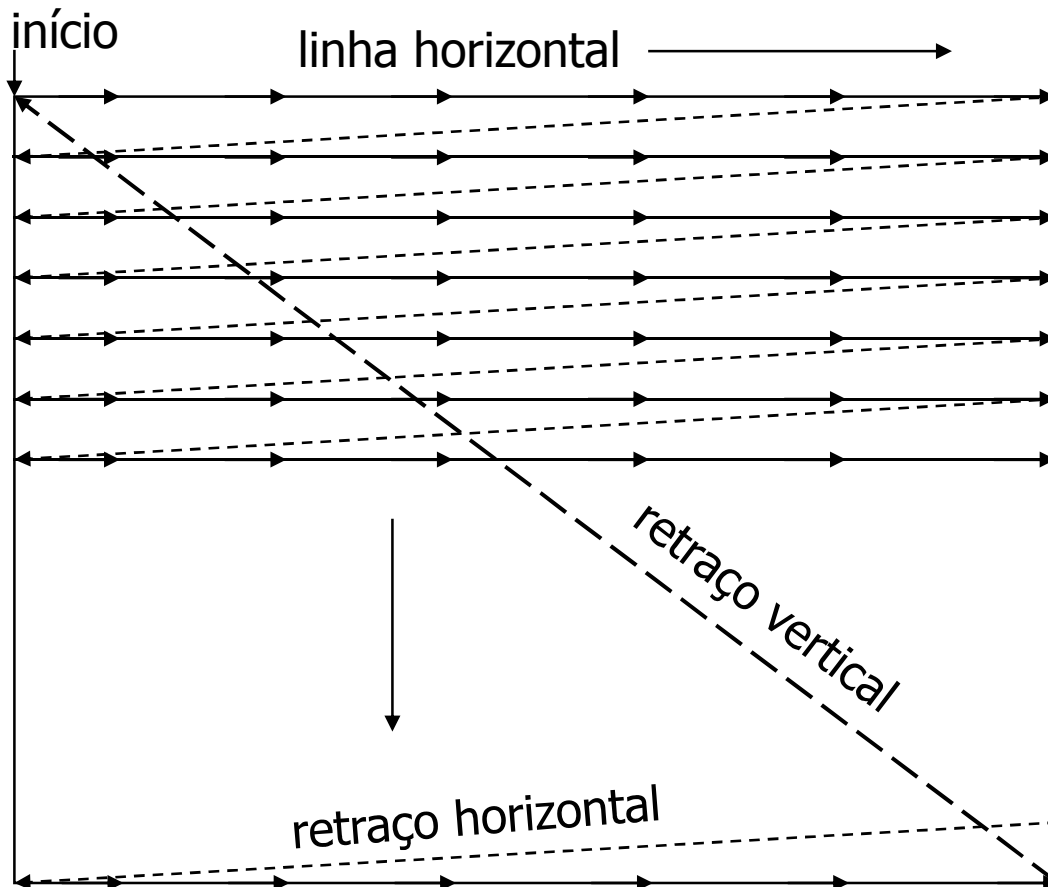
# 1. Vídeo Analógico



- Monitores coloridos.
- Três feixes (canhões).
- Cada pixel é revestido com 3 fósforos (R, G e B).
- Intensidade dos feixes e frame buffer.
- Representação do pixel no frame buffer?

# 1. Vídeo Analógico

## ■ 1.1 Varredura



- Quadro
- Retraço
  - Horizontal Blanking Interval
  - Vertical Blanking Interval (VBI).
- Sensores são desligados durante um retraço.



# 1. Vídeo Analógico

---

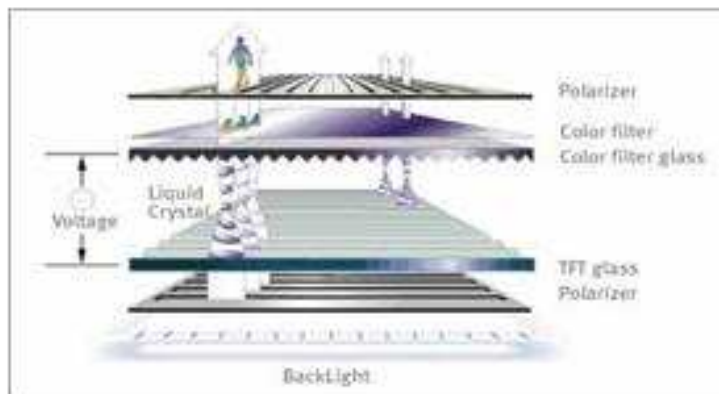
- 1.1 Varredura

- Quadro = seqüência de linhas separadas por intervalos em branco.
- Informações extras nos retraços.
  - Closed caption, p.e. (VBI 21).

# 1. Vídeo Analógico

- Tecnologia LCD

- Utilização de cristais líquidos para formar a imagem
- Estruturas moleculares dos cristais se alteram quando recebem corrente elétrica
  - Estado normal → transparentes
  - Sob corrente → opacas
- Utiliza-se duas camadas de vidro contendo sulcos e eletrodos, cada um representando uma dimensão (horizontal e vertical)





# 1. Vídeo Analógico

---

- 1.2 Parâmetros de varredura.
  - Taxa de Aspecto (Aspect ratio).
    - Também chamada de razão de aspecto.
    - É definida como a razão entre a largura e a altura do quadro.
    - A taxa de aspecto define o “formato” da imagem (linhas x colunas).
    - A razão de aspecto dos sistemas de televisão convencionais é padronizada em 4:3.
      - HDTV = 16:9.

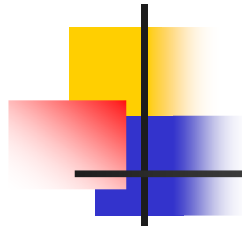
# 1. Vídeo Analógico

## 1.2 Parâmetros de varredura.

16



4:3



# 1. Vídeo Analógico

---

- 1.2 Parâmetros de varredura.
  - Número de linhas.
    - É o número de linhas de varredura em um quadro.
    - Quanto mais linhas, maior a resolução.
      - 525 (EUA, Japão), 625 (Europa, etc.).



# 1. Vídeo Analógico

---

- 1.2 Parâmetros de varredura.

- Taxa de quadros.

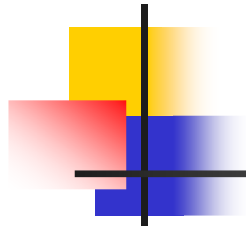
- Em sistemas convencionais: 25 ou 30 fps.

- Depende do país.
      - Essas taxas produzem *flickering*.
      - > 50 fps.
      - Bandwidth limitada (6MHz).

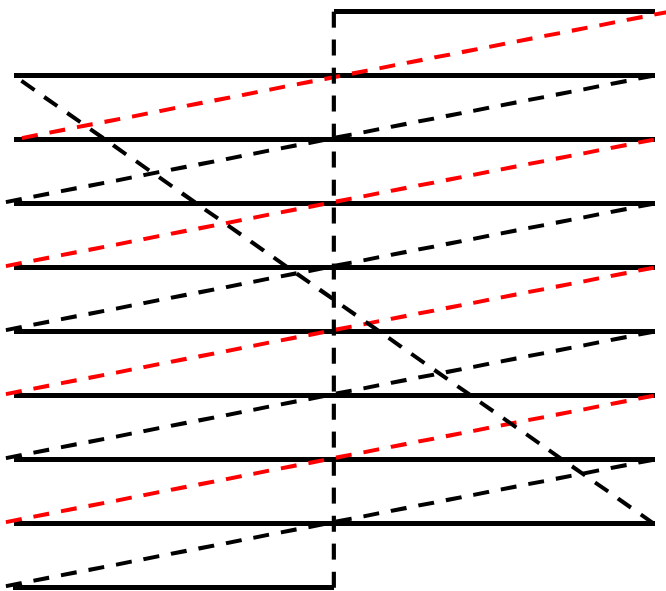
- Entrelaçamento (*interlace*).

- Permite aumentar a taxa de *refresh* sem aumentar a quantidade de amostras.





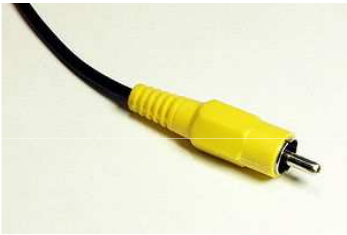
# 1. Vídeo Analógico



- Um scan vertical exibe as linhas ímpares e outro scan vertical exibe as linhas pares
- Em 30fps do fluxo original, a taxa vertical será de 60fps (30fps para linhas ímpares e 30fps para linhas pares)

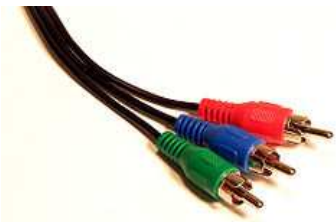
# 1. Vídeo Analógico

## ■ 1.3 Padrões para sistemas em cores.



- Vídeo composto (*composite video*): sinais R, G, e B são combinados em um único sinal composto de vídeo.

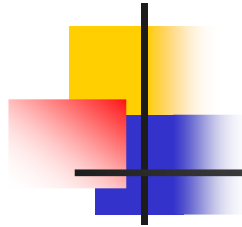
- NTSC, PAL, ...



- Vídeo componente (*component video*): O sinal de vídeo é separado em dois ou mais componentes.

- YCbCr

- RGB: CGA, VGA, ...



# 1. Vídeo Analógico

---

- 1.3 Padrões para sistemas em cores.
  - Sistemas de transmissão (terrestre) de TV utilizam vídeo composto.
    - Requer menos canais que RGB -> menos banda.
  - Padrões para cores em vídeo composto mais comuns: NTSC, SECAM e PAL.

# Padrões – Sistemas de cores



- **NTSC - (National Television Standards Committee)**
  - Criado nos Estados Unidos em 1953 . Conhecido como: Never Twice the Same Color, devido à susceptibilidade do sinal. Taxa de quadros é de 29.97/segundo com 525 linhas/quadro.
- **SECAM - (Systeme En Couleur Avec Memoire)**
  - Criado na França no final dos anos 60, e usado por alguns outros países. Taxa de quadros é 25/segundo com 625 linhas/quadro. Alguns chamam o padrão de System Essentially Contrary to the American Method.
- **PAL (Phase Alternate Line)**
  - Desenvolvido pela Alemanha/Inglaterra no final dos anos 60. Usado na Inglaterra e em muitos países da Europa. Taxa de quadros 25/segundo com 625 linhas/quadro. Também chamado de Perfect At Last.



## 2. Vídeo Digital

---

- Antes de poder ser utilizado em um computador, um sinal analógico de vídeo precisa ser digitalizado
  - Armazenamento, edição, transmissão.
- Codificação de vídeo.
  - Processo de compressão e descompressão de sinais digitais de vídeo.
  - Para melhor entender codificação é necessário entender alguns conceitos fundamentais.



## 2. Vídeo Digital

---

- Vídeo digital é uma representação de uma cena visual natural (mundo real), amostrada espacial e temporalmente.
- Uma cena é amostrada em um ponto no tempo para produzir um quadro ou um campo.
- A amostragem é repetida em intervalos regulares ( $1/25$  ,  $1/30$ ) para reproduzir a sensação de movimento.
- Amostragem temporal e espacial



## 2. Vídeo Digital

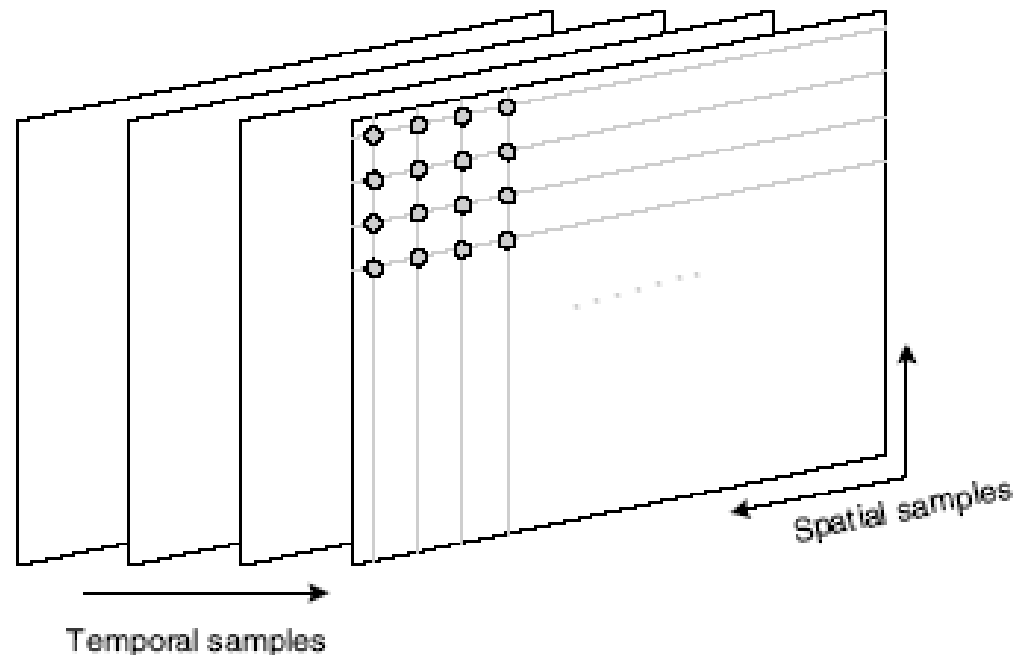
---

- 2.1 Cenas de vídeo naturais
  - Uma cena é composta de vários objetos com características próprias (forma, textura, iluminação, ...)
  - Cor e brilho variam seus graus de suavidade pela cena (tom contínuo)
  - Características relevantes:
    - Características espaciais: variação na textura, número e forma dos objetos, cor, etc.)
    - Características temporais: movimento do objeto e da câmera, mudanças de iluminação, etc.)

## 2. Vídeo Digital

### ■ Captura

- Envolve amostragem espacial (uma área retangular da cena) e temporal (uma série de quadros).







## 2. Vídeo Digital

---

- Captura
  - Cada amostra **espaço-temporal** é representada como um conjunto de números que descreve o brilho e a cor da amostra.
  - Responsável por obter a amostra: CCD.
    - Sensor fotossensível de câmeras.



## 2. Vídeo Digital

---

- Amostragem espacial
  - Saída do CCD = sinal analógico de vídeo.
  - Amostragem = obter valores do sinal em um ponto no tempo.
  - Formato mais comum de amostragem = grid.



## 2. Vídeo Digital

---

- Amostragem temporal
  - Vídeo é capturado tomando amostras retangulares do sinal em intervalos regulares.
  - O 'play back' da série de amostras produz a sensação de movimento.
  - Quanto maior a taxa de amostragem, mais suave o movimento parece. Contudo, mais amostras são capturadas e armazenadas.
  - Taxas:
    - < 10 fps – very low bit rate. Movimentos não naturais.
    - Entre 10 e 20 – não 'capta' corretamente movimentos rápidos.
    - Entre 25 e 30 – padrão de TV.
    - Entre 50 e 60 – qualidade muito boa. Muitas amostras.



## 2. Vídeo Digital

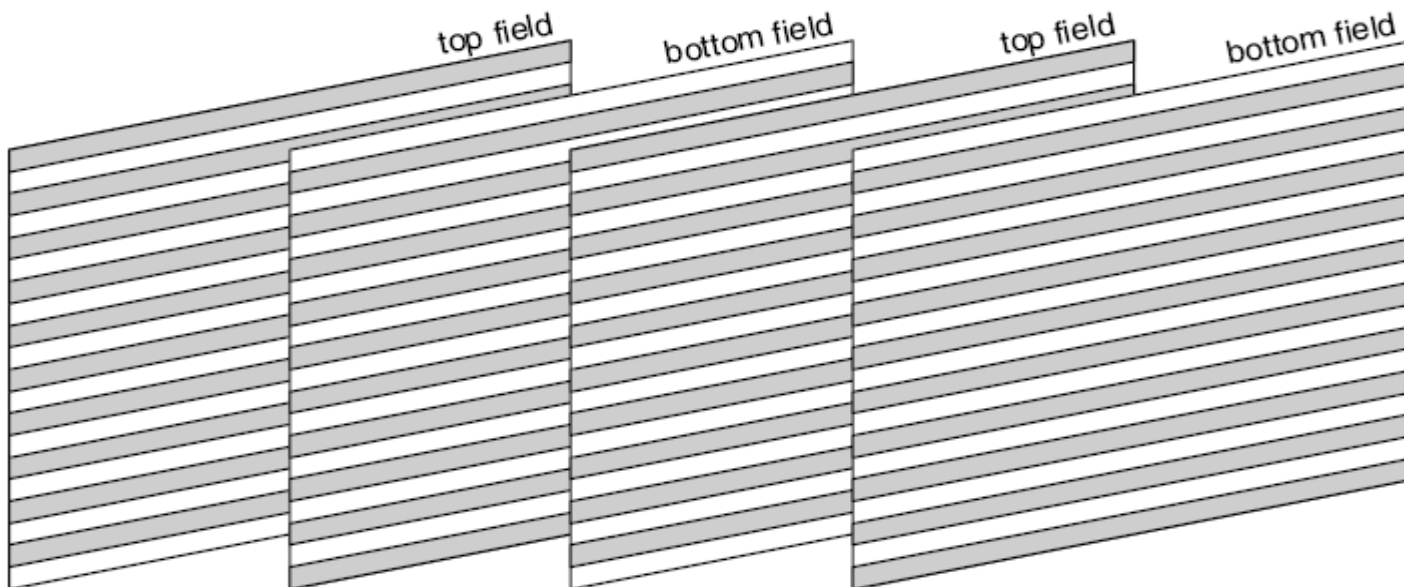
---

- Amostragem temporal
  - Nyquist x movimentos na cena
    - Sub-amostragem causa perda de informação e gera informação falsa.
      - Aliasing.
      - Efeito estroboscópico
        - Roda
        - Ventilador

## 2. Vídeo Digital

### ■ Quadros e campos

- Amostragem progressiva – produz quadros completos.
- Amostragem entrelaçada – produz uma série de campos entrelaçados.
  - Dois campos: linhas pares e linhas ímpares.





## 2. Vídeo Digital

---

- Quadros e campos
  - Dois campos = 1 quadro. Cada campo contém metade da informação do quadro.
  - Vantagem: é possível enviar o dobro de campos por segundo que quadros por segundo, com a mesma taxa de dados, produzindo movimentos suaves.
  - Desvantagens:
    - Diminuição da resolução vertical.
    - *Video artifacts*

## 2. Vídeo Digital

- Quadros e campos

Top field



Bottom field





## 2. Vídeo Digital

---

- Espaços de cores
  - Espaço de cor refere-se ao método escolhido para representar luminância e cor em cada amostra espacial de vídeo.
  - Os mais comuns para vídeo colorido:
    - RGB
    - YCbCr



## 2. Vídeo Digital

### ■ RGB

- Necessita de três valores para indicar a proporção relativa das cores primárias.
- Bom para captura e exibição de imagens.
- Apresenta redundâncias (ruim para armazenamento e transmissão)



## 2. Vídeo Digital

- YCbCr (ou YUV)
  - Baseado no HVS (Human Visual System).
  - Luminância (Y) e Crominância (Cr, Cg e Cb).
  - É um modo mais eficiente de se representar cor.
    - Cores primárias são processadas em informações mais significativas perceptualmente





## 2. Vídeo Digital

---

- YCbCr
  - Normalmente converte-se de RGB p/ YCbCr antes de armazenar dados de vídeo.
  - Fórmulas padronizadas:
    - $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
    - $Cb = 0.564(B - Y)$
    - $Cr = 0.713(R - Y)$
  
    - $R = Y + 1.402Cr$
    - $G = Y - 0.344Cb - 0.714Cr$
    - $B = Y + 1.772Cb$



## 2. Vídeo Digital

---

- Redução da largura de banda por meio da diminuição da resolução das componentes de croma
- HVS → maior sensibilidade às informações de luminância



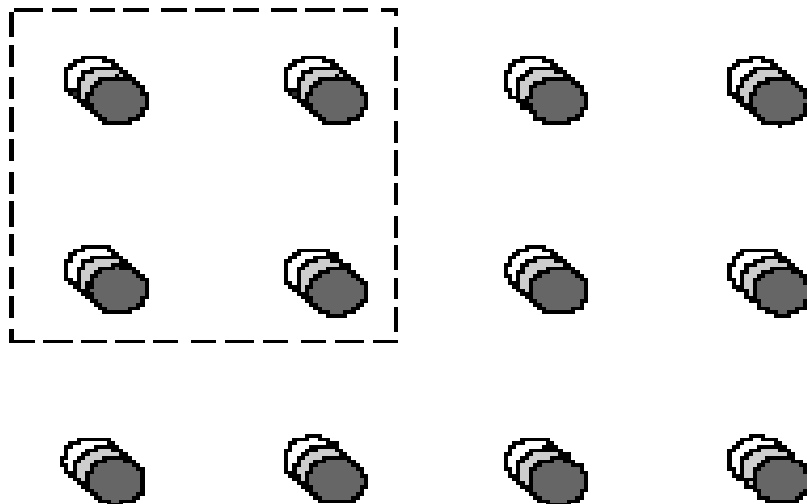
## 2. Vídeo Digital

---

- Formatos de amostragem YCbCr
  - 4:4:4
  - 4:2:2
  - 4:2:0

## 2. Vídeo Digital

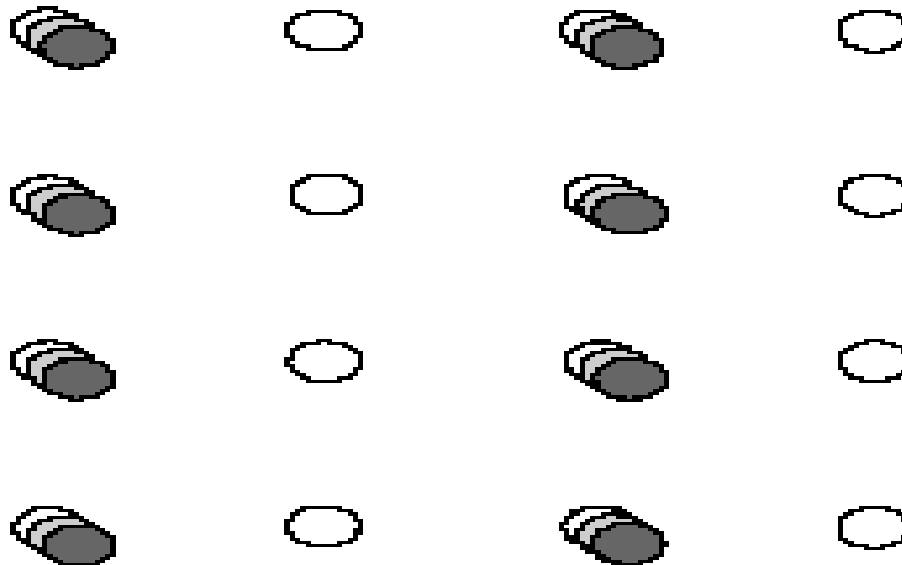
- Formatos de amostragem YCbCr
  - 4:4:4
    - Um componente Y, um Cr e um Cb para cada pixel.



## 2. Vídeo Digital

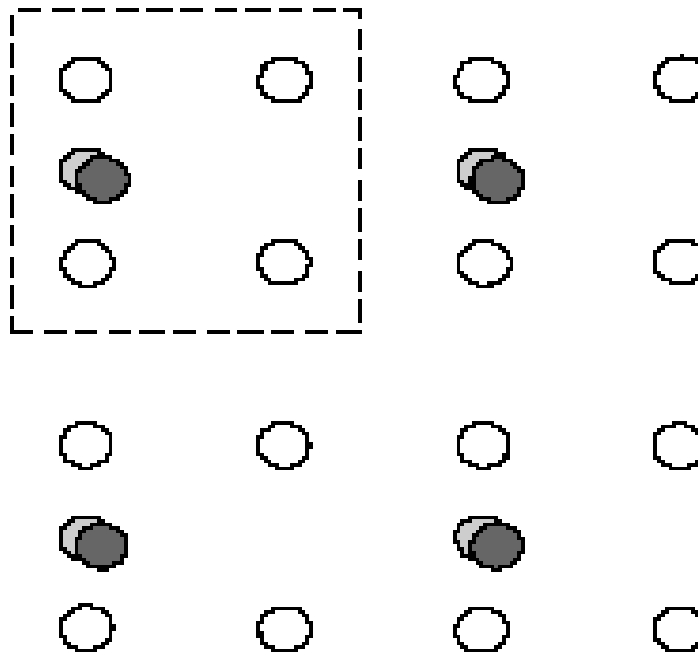
---

- Formatos de amostragem YCbCr
  - 4:2:2 (YUY2)
    - Para cada 4 Y (na horizontal) existem 2 Cr e 2 Cb.



## 2. Vídeo Digital

- Formatos de amostragem YCbCr
  - 4:2:0 (YV12)
    - Para 4 Y, 1 Cr e 1 Cb.







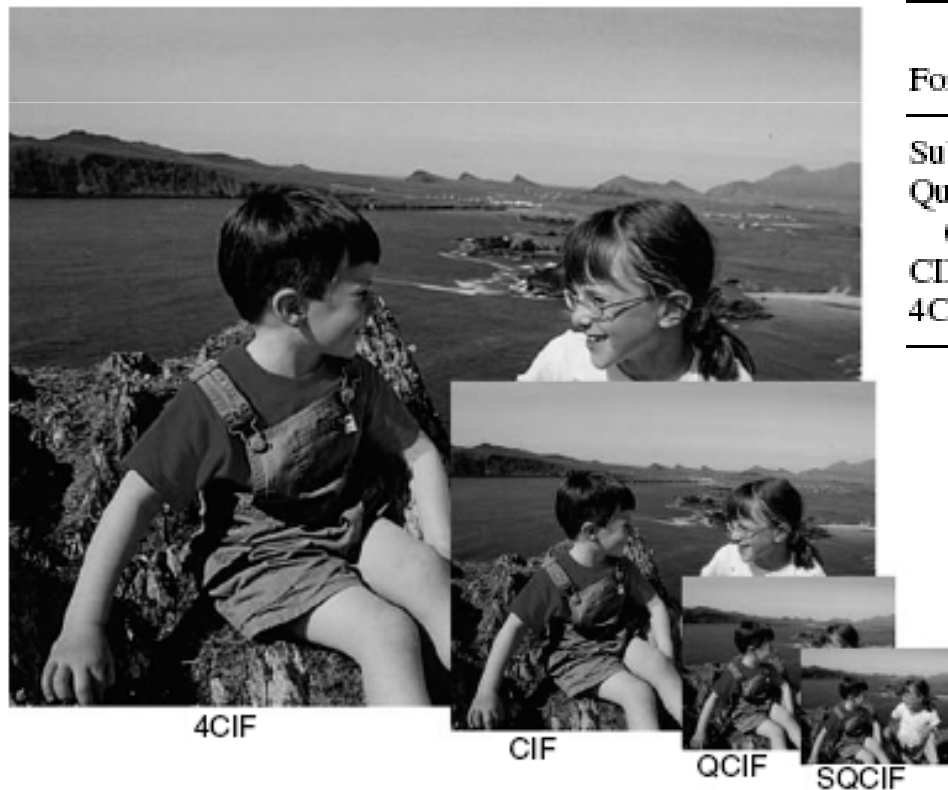
## 2. Vídeo Digital

---

- Formatos de Vídeo
  - Formatos intermediários
    - Common Intermediate Format (CIF)
    - Úteis antes de codificar ou transmitir
    - Padroniza as resoluções vertical e horizontal de seqüências YCbCr
    - Facilidade na conversão para os padrões PAL e NTSC

## 2. Vídeo Digital

### ■ CIF



Format	Luminance resolution (horiz. × vert.)	Bits per frame (4:2:0, eight bits per sample)
Sub-QCIF	128 × 96	147456
Quarter CIF (QCIF)	176 × 144	304128
CIF	352 × 288	1216512
4CIF	704 × 576	4866048

## 2. Vídeo Digital

- Codificação





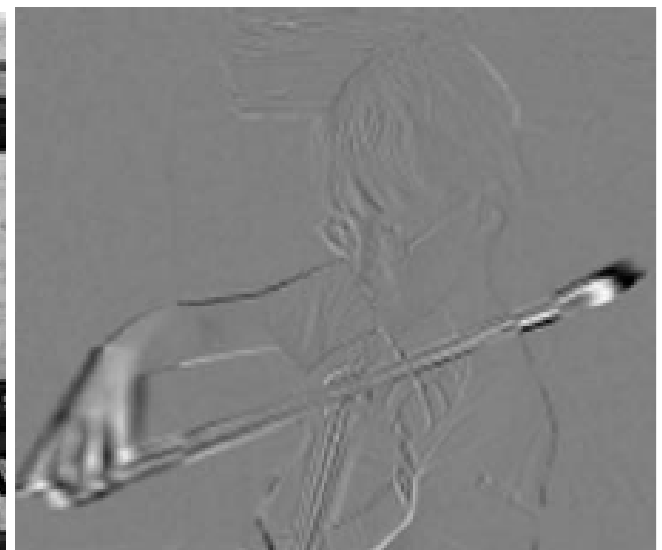
## 2. Vídeo Digital

---

- Codificação
  - Modelo Temporal
    - Predição temporal (do quadro anterior)
    - Estimativa de movimento
    - Compensação de movimento

## 2. Vídeo Digital

- Codificação
  - Modelo Temporal





## 2. Vídeo Digital

---

- Modelo Espacial
  - Codificação preditiva
  - Codificação por transformada
  - Quantização
  - Codificação por entropia
    - Estatística
    - Diferencial



## Para Saber Mais

---

- Luther, A. C. Using Digital Video. AP Professional, 1995. (capítulo 2 e apêndice A).
- Richardson, L. E. G. H.264 and MPEG-4 Video Compression, Wiley, 2003. (capítulos 2 e 3).



# Créditos

---

- Edson dos Santos Moreira
- Flávia Linhalis