

# SCC0661 – Multimídia & Hipermídia

## Aula 08 – Vídeo Estéreo

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

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC  
Sala 3-111



# Conteúdo

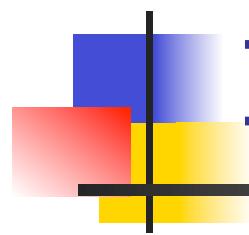
---

- Parte 1 - Fundamentos
  - Introdução
  - Sensação de Profundidade
  - Estereopsis
  - Problemas comuns
- Parte 2 – Tipos de Visualização e Técnicas para Vídeo 3D
  - Visualização anaglífica, Óculos obturadores, Luz polarizada, Monitores autoestereoscópicos
  - Vídeo + profundidade



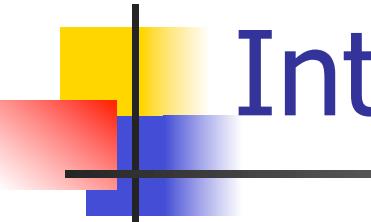
# Parte 1

## Fundamentos: visão geral



# Introdução

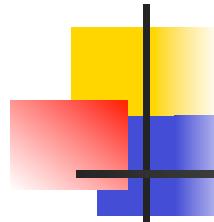
Profundidade, Imagem Planar e  
Imagen Estéreo



# Introdução

---

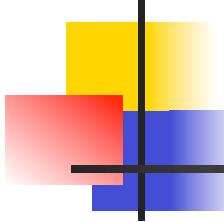
- Importância da visão estéreo
  - Profundidade
  - “Os seres humanos conseguem visualizar a profundidade devido à **estereoscopia**, capacidade de interpretação de um **par de imagens estéreo** para visualização de uma imagem tridimensional (Stereographics, 1997).”
  - “A estereoscopia é **processada no cérebro**, onde a fusão das duas imagens resulta em informações quanto à profundidade, distância, posição e tamanho dos objetos, gerando uma sensação de visão de 3D (Stereographics, 1997).”



# Introdução

- Imagem planar



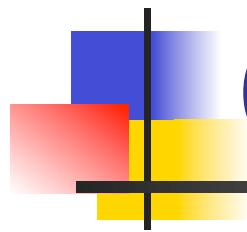


# Introdução

- Par estéreo



# Sensação de Profundidade (Depth Cues)

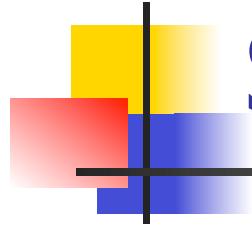


Estéreo x 3D, *Monocular Cues*



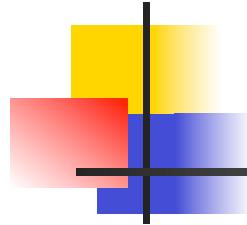
# Sensação de Profundidade

- Estereoscopia
  - Produzida por um par de imagens – o par estéreo.
- Visão estéreo e visão tridimensional não são necessariamente a mesma coisa.
  - Visão estéreo: necessita de ambos os olhos
  - Visão tridimensional: pode ser percebida com apenas um olho
    - Dicas monoculares / *Monocular cues*



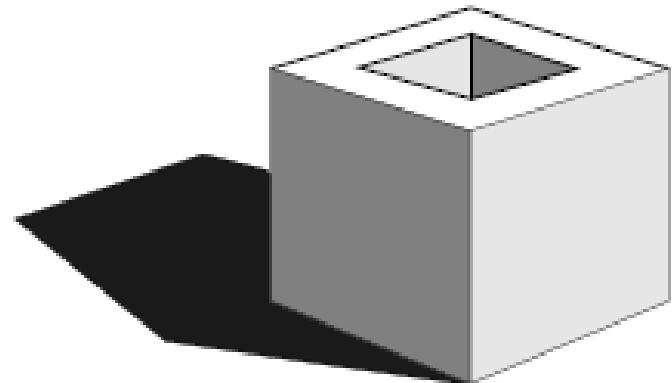
# Sensação de Profundidade

- Dicas monoculares
  - Percepção de profundidade em imagens planares
  - Tipos:
    - Luz e sombra
    - Tamanho relativo
    - Interposição
    - Gradiente de textura
    - Perspectiva
    - Perspectiva aérea
    - Depth cuing (luminosidade)
    - Parallax de movimento

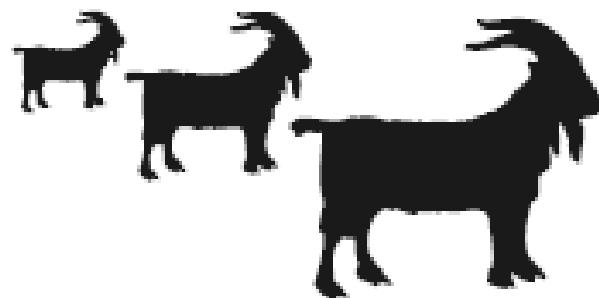


# Sensação de Profundidade

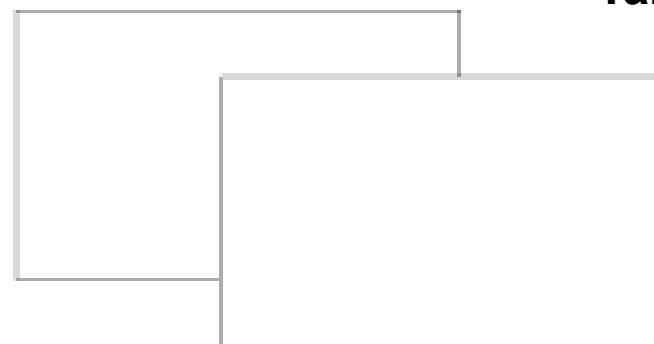
- Dicas monoculares



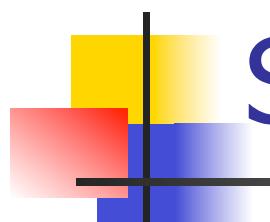
Luz e sombra



Tamanho relativo

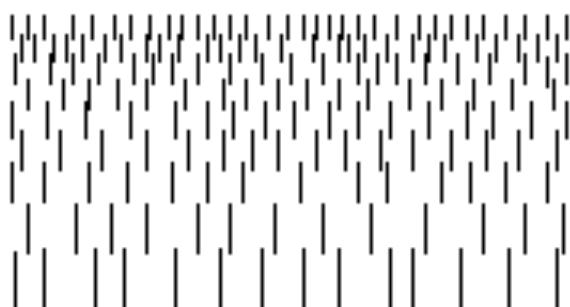


Interposição

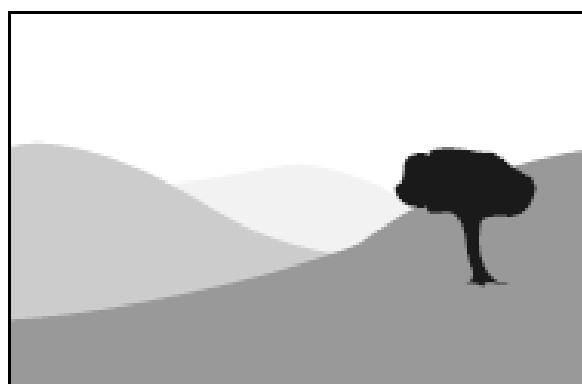


# Sensação de Profundidade

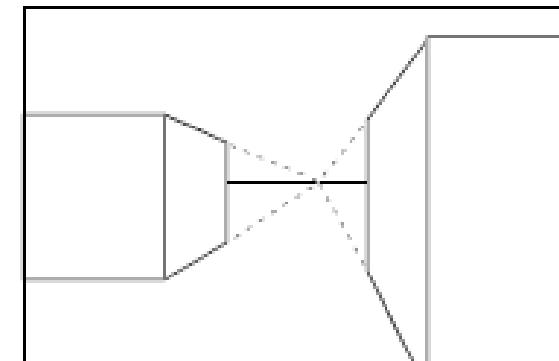
- Dicas monoculares



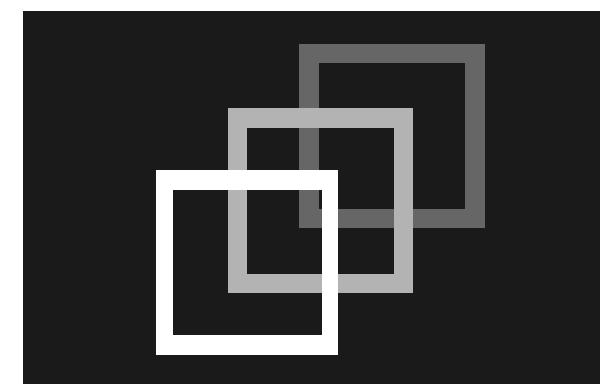
Gradiente de textura



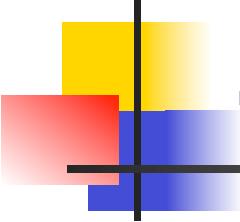
Perspectiva aérea



Perspectiva

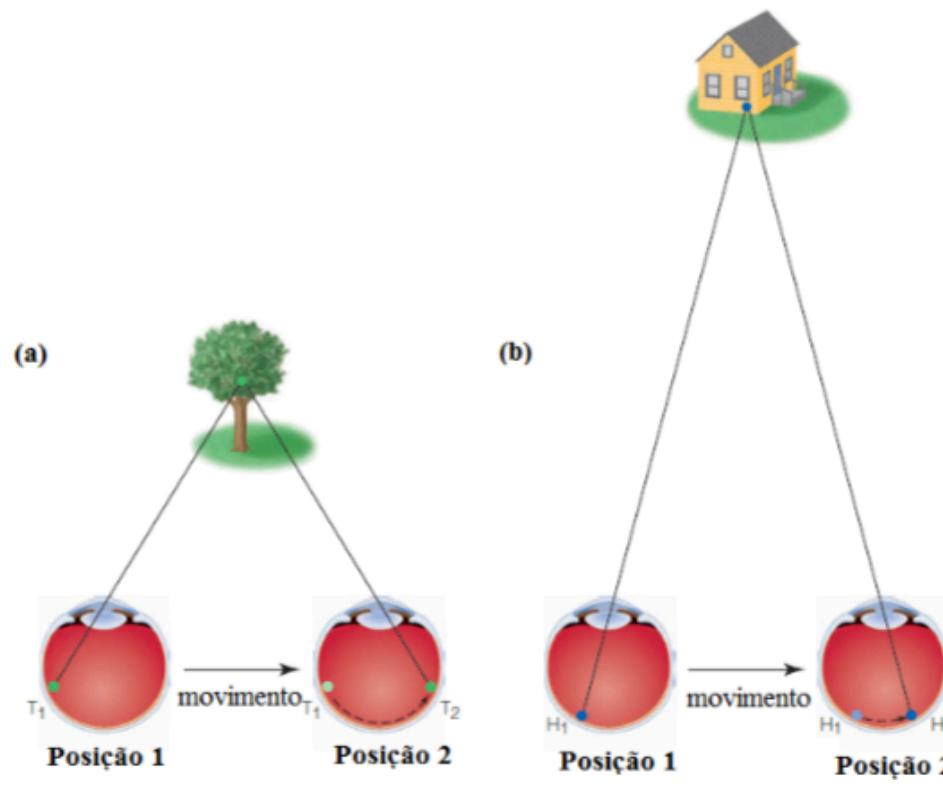


*Depth cuing*



# Sensação de Profundidade

- Dicas monoculares

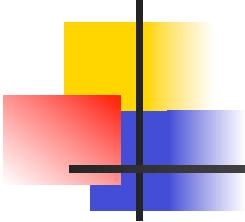


Parallax de movimento



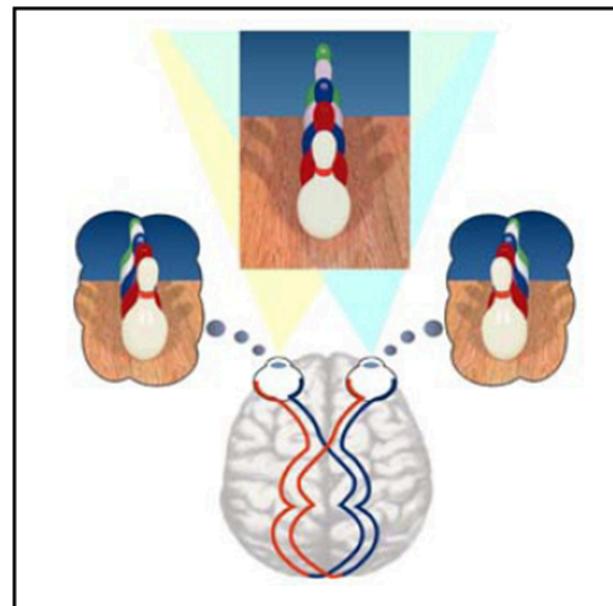
# Estereopsis

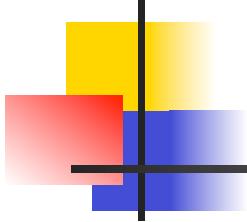
Disparidade de Retina e Parallax



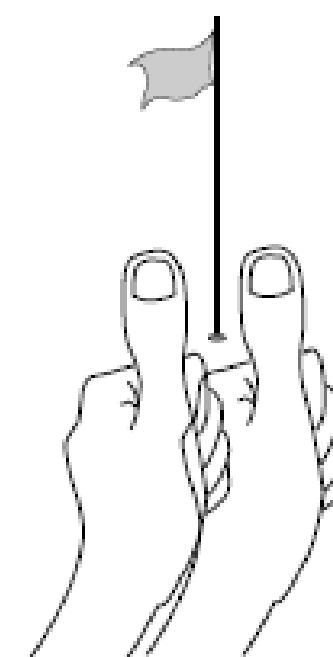
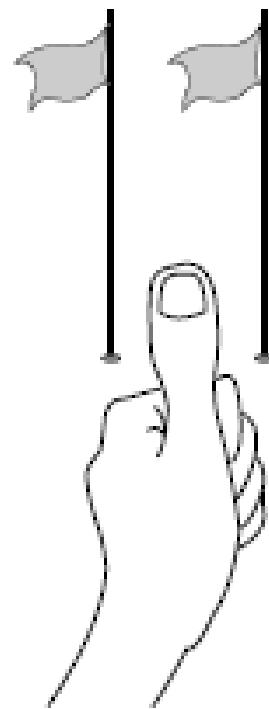
# Disparidade de Retina

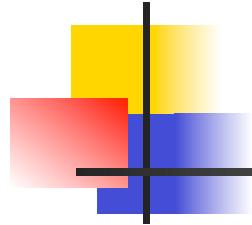
- Se temos dois olhos e cada um enxerga uma imagem do mundo real, por quê não vemos uma imagem dupla?





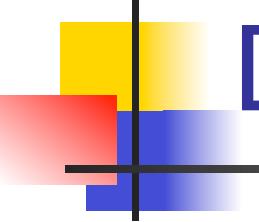
# Disparidade de Retina





# Disparidade de Retina

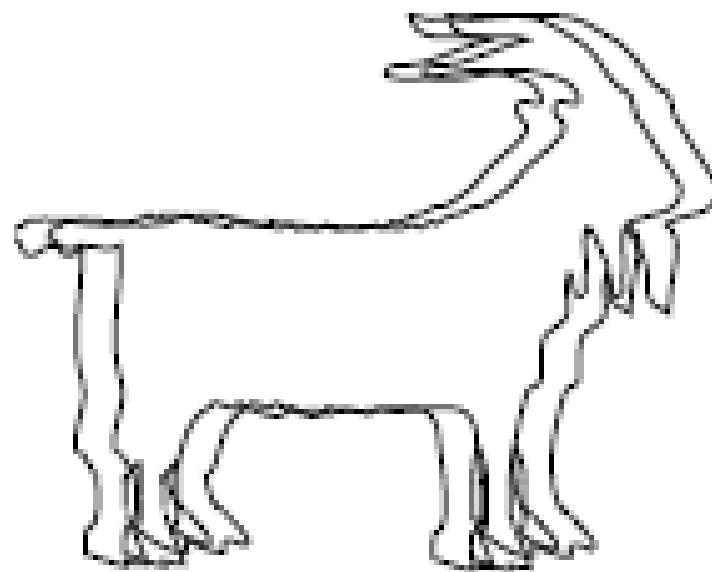
- Imagem é capturada em duas perspectivas, vistas pelo olho esquerdo e direito
  - Duas imagens quase iguais que são combinadas pelo cérebro
- Disparidade é a distância, na direção horizontal, entre os pontos de vista esquerdo e direito de um objeto

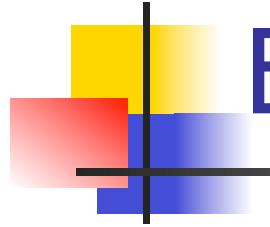


# Disparidade de Retina

---

- Distância entre os olhos: 65 milímetros, aproximadamente
- 

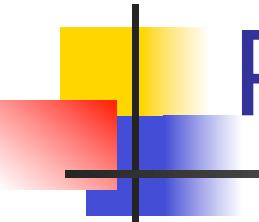




# Estereopsia

- “A capacidade da mente de fundir um par estéreo de imagens em uma única imagem é chamada de **Fusão**.”
- “A sensação de profundidade resultante é chamada de **Estereopsia**.”
- Quem propicia a estereopsia é a **Disparidade de Retina**.

Disparidade → Fusão → Estereopsia



# Parallax

---

- Um vídeo sendo mostrado na tela tem a característica de ser planar
- Apesar de nossa visão capturar as informações na tela com ambos os olhos, todos os objetos da cena serão processados no cérebro como se estivessem em uma mesma profundidade
- Como poderíamos “enganar” nosso cérebro para que ocorra disparidade de retina/fusão/esteropsia?



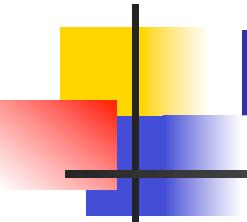
# Parallax

- Tela precisa mostrar as imagens direita e esquerda de maneira **paralela**
- Parallax produz disparidade na retina.
  - Estereopsia!
- Parallax e disparidade são entidades similares.
  - Disparidade: medida na retina.
  - Parallax: medida na tela.



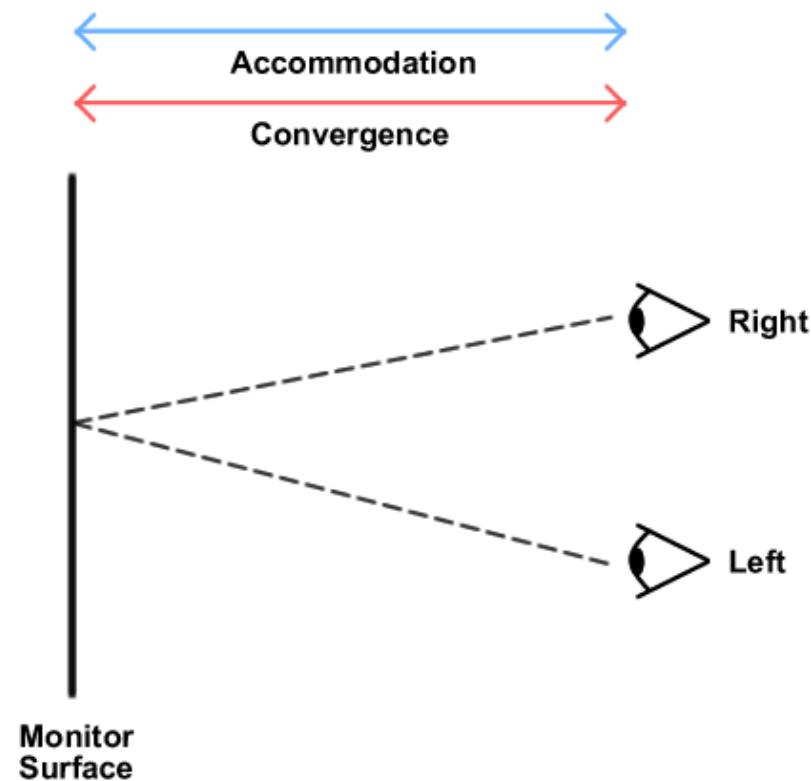
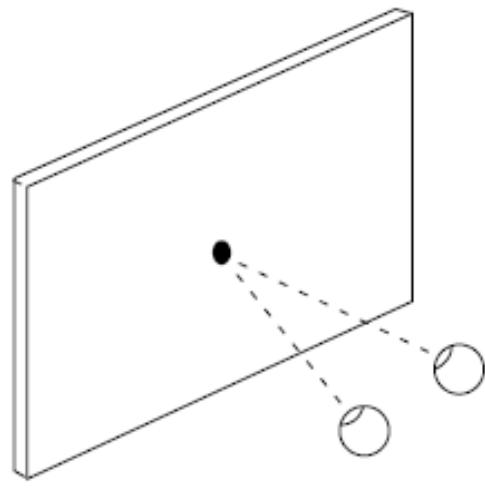
# Parallax

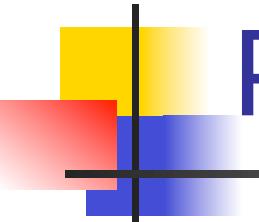
- Relação acomodação / convergência
  - Convergência: rotação dos eixos dos olhos para focar num objeto do mundo real
    - Ângulo varia de acordo com a distância do objeto
  - Acomodação: ajuste da distância focal da lente dos olhos, permitindo focar o objeto em diferentes distâncias



# Parallax

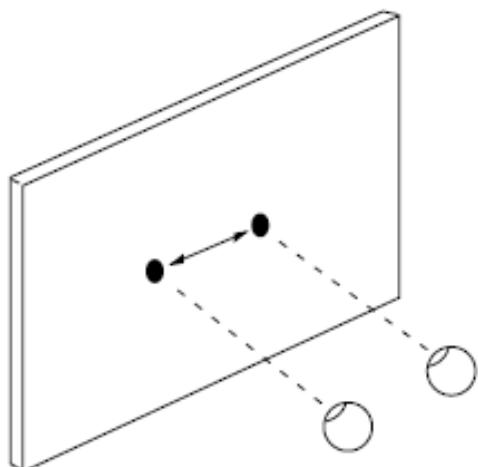
- Zero Parallax Setting



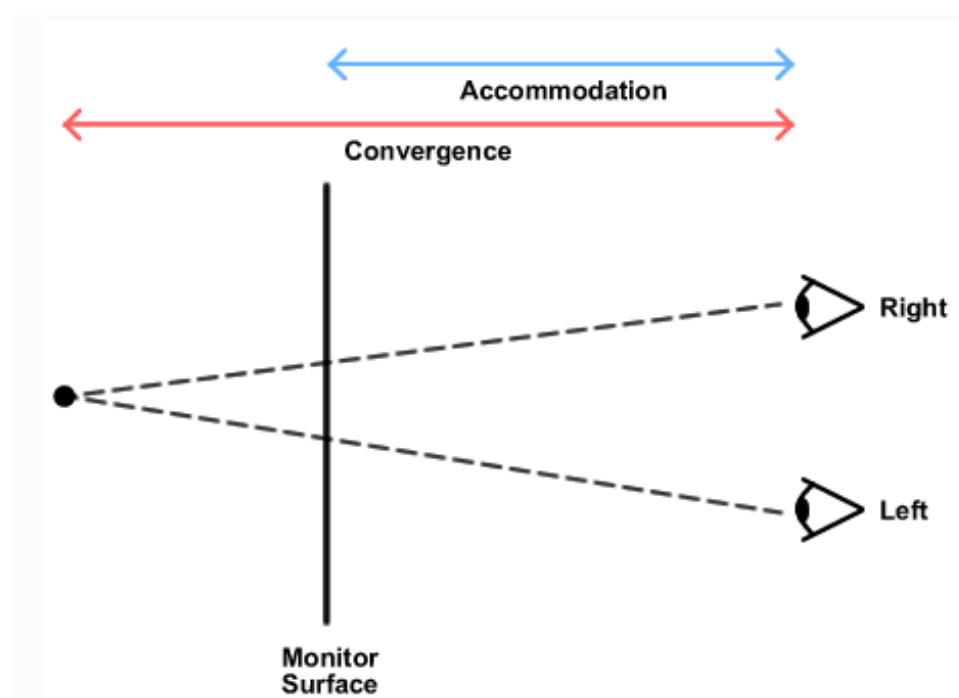


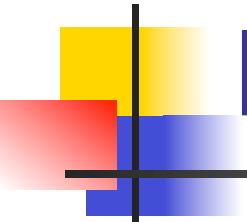
# Parallax

## ■ Positive Parallax Setting



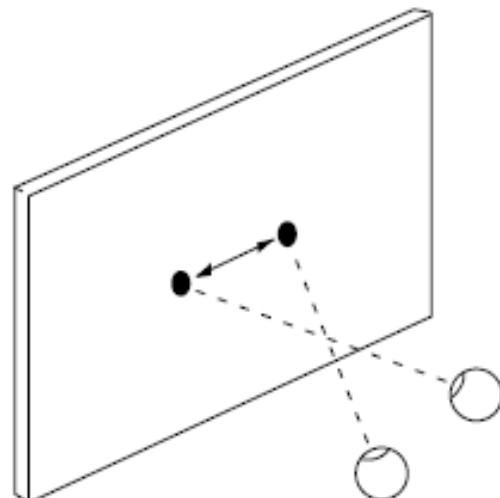
*Positive parallax.*



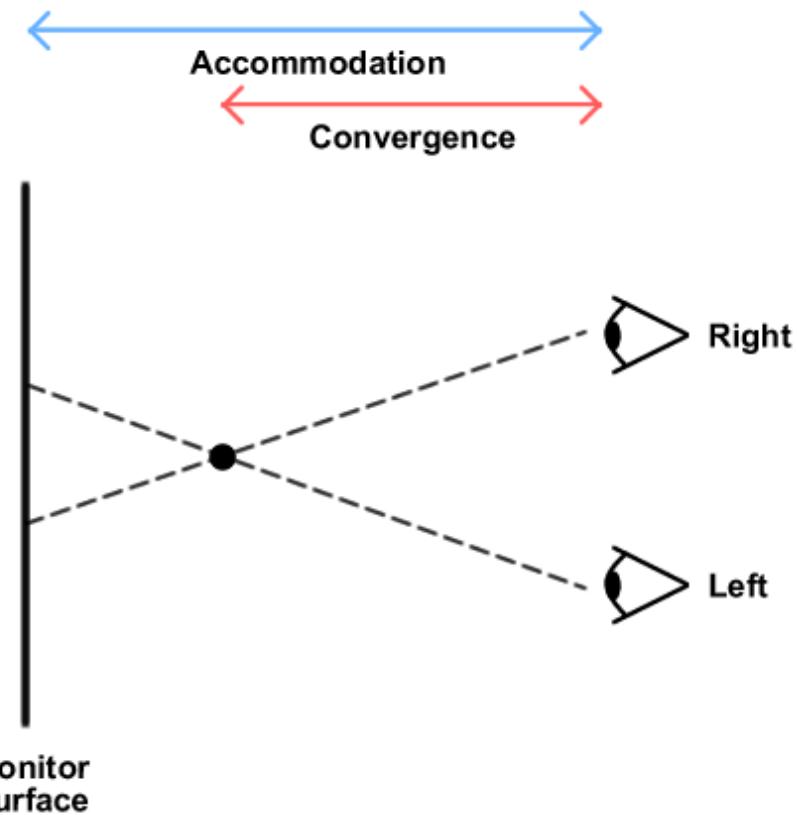


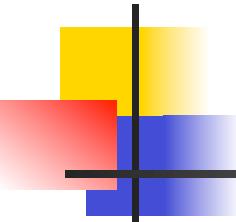
# Parallax

- Negative Parallax Setting



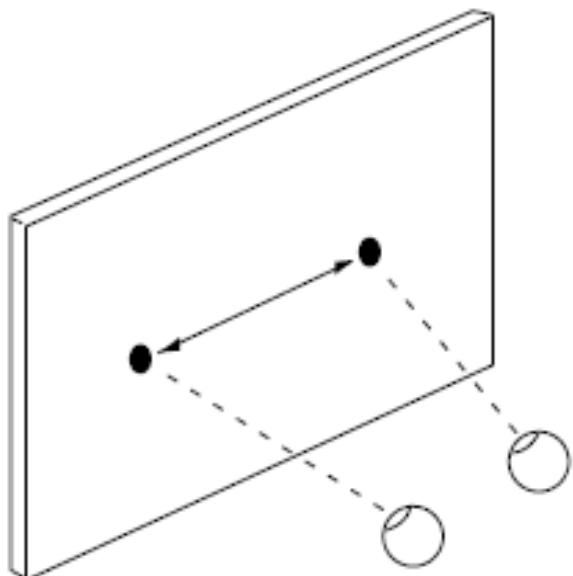
*Negative parallax.*



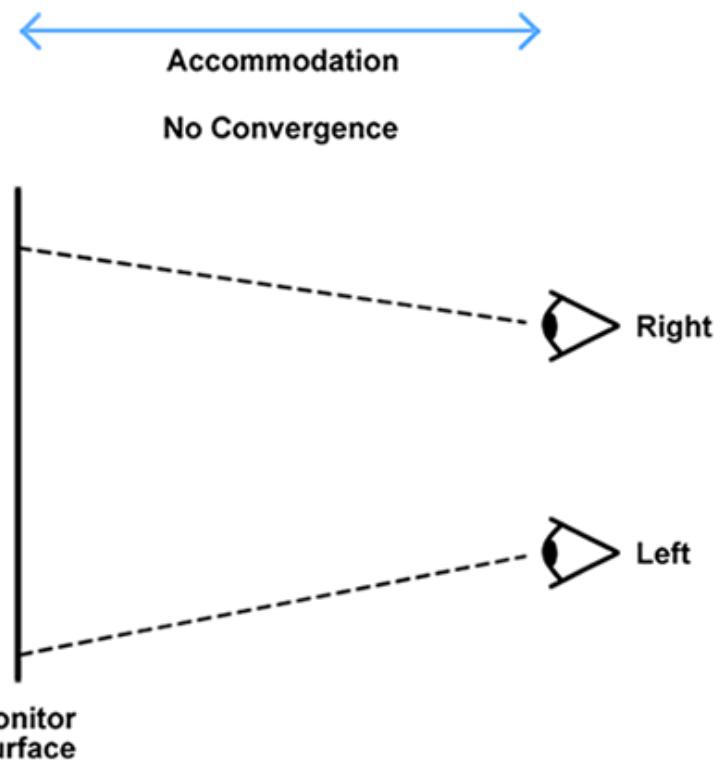


# Parallax

- Divergent Parallax Setting



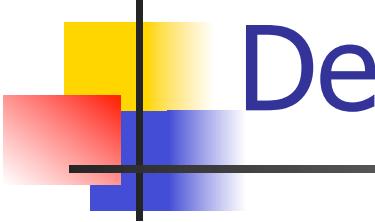
*Divergent parallax.*





# Problemas Comuns

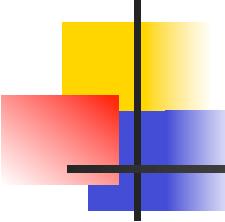
Desconforto, Fantasmas



# Desconforto

---

- Natureza congruente dos campos
  - Imagens direita e esquerda devem ser congruentes em cor, geometria e brilho.
    - Exceção: parallax.
- Relação acomodação/convergência
  - No mundo real, tal relação sempre ocorre habitualmente (foco vs. disparidade)
  - Em imagens estereoscópicas, entretanto, atenção deve ser dada ao valor de parallax



# Fantasmas

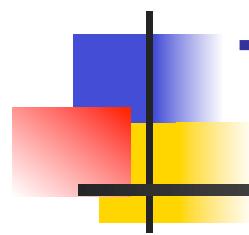
---

- Também conhecidos por: *crosstalk*, *ghosting*, *leakage*.
- Causas:
  - Filtragem ruim.
    - Solução: óbvia: controlar a filtragem.
  - Persistência do brilho (*afterglow*).
    - Solução: parallax baixo.



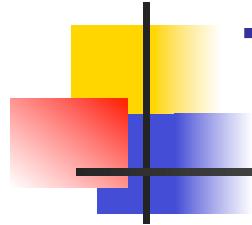
## Parte 2

# Tipos de Visualização e Técnicas para Vídeo 3D



# Tipos de Visualização

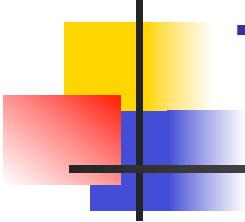
Visualização anaglífica, Óculos obturadores, Luz polarizada, Monitores autoestereoscópicos, Vídeo + profundidade



# Tipos de visualização

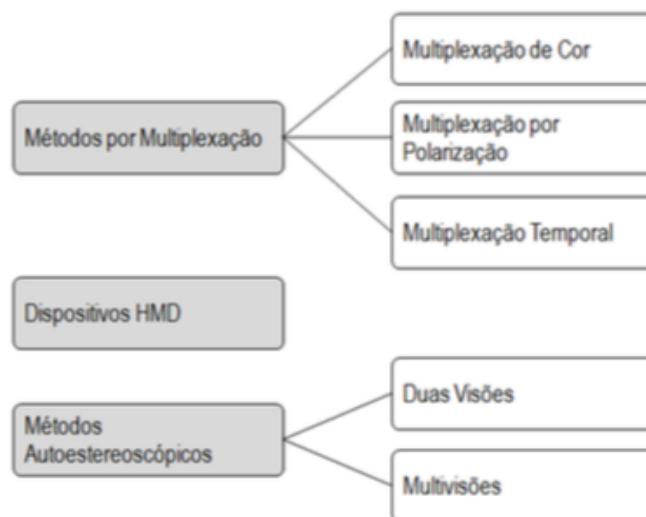
- Qualquer que seja o tipo, antes é necessário o par estéreo de imagens.

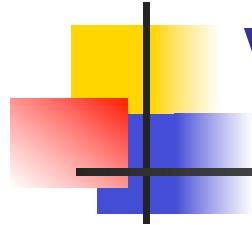




# Tipos de visualização

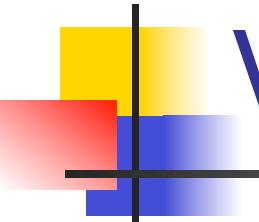
- Três categorias:
  - Métodos por multiplexação
  - Métodos com dispositivos HMD
  - Métodos autoestereoscópicos





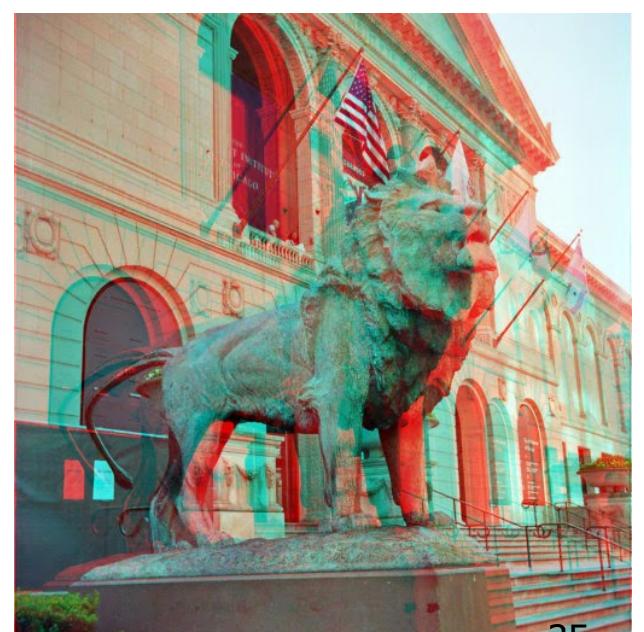
# Visualização anaglífica

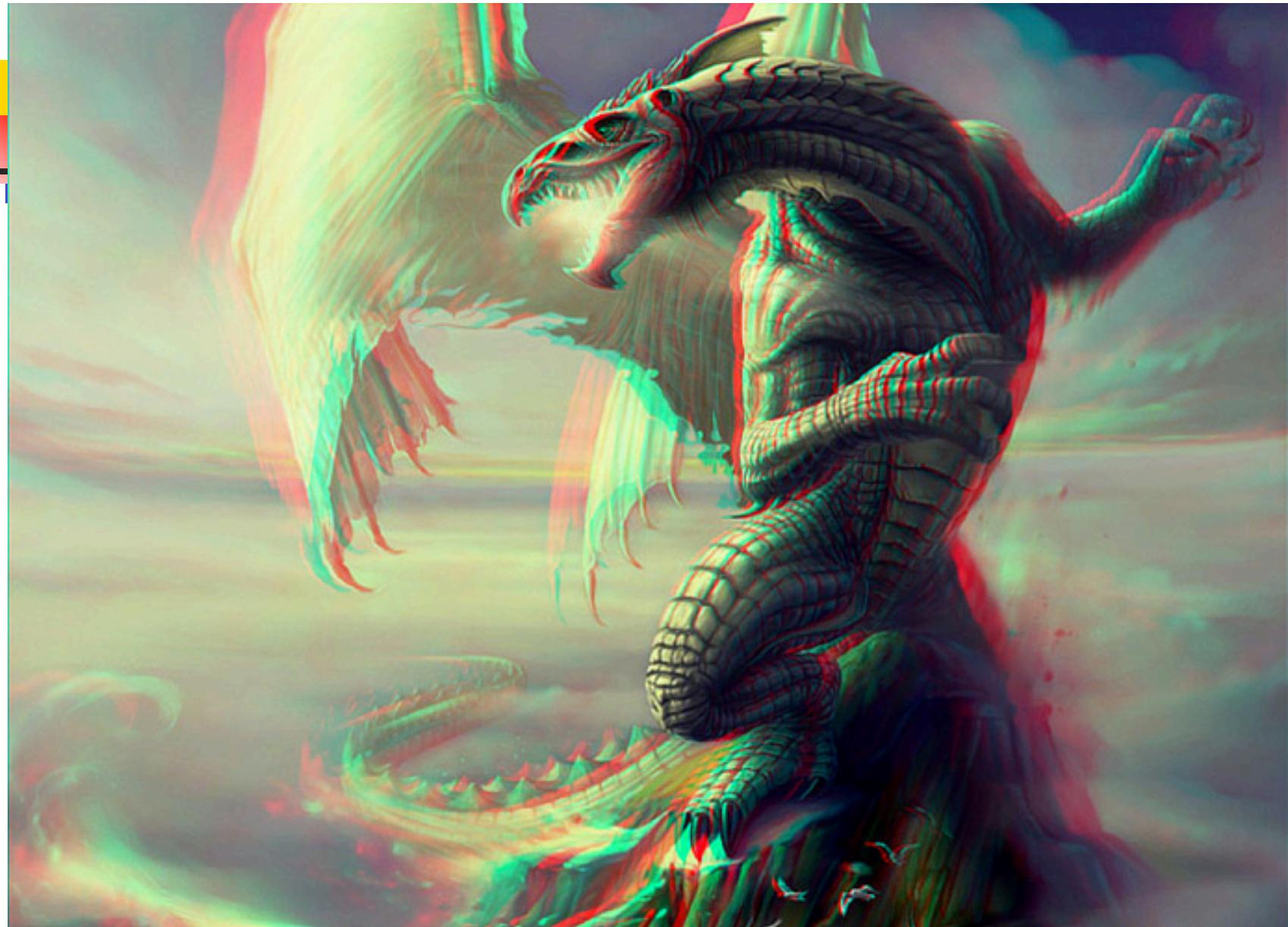
- Técnica mais simples.
  - Separação de cores.
  - Uso de filtros de cores.
- Método:
  - Com a imagem destinada ao olho esquerdo, retiramos seu canal de cor vermelho
  - Com a imagem destinada ao olho direito, retiramos os canais verde e azul
  - Por fim, as imagens são sobrepostas



# Visualização anaglífica

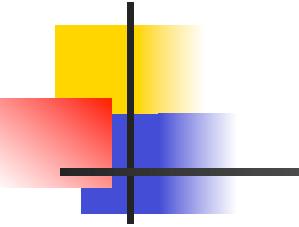
- Exemplo:

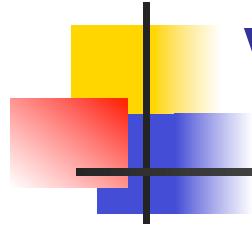






rogs rogs





# Visualização anaglífica

- Vantagem
  - A reprodução requer apenas um *stream* de vídeo.
  - Baixo custo.
- Desvantagem
  - Perda de informações.

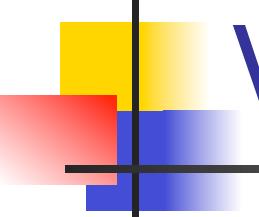
# Visualização por obturadores

- Óculos obturadores

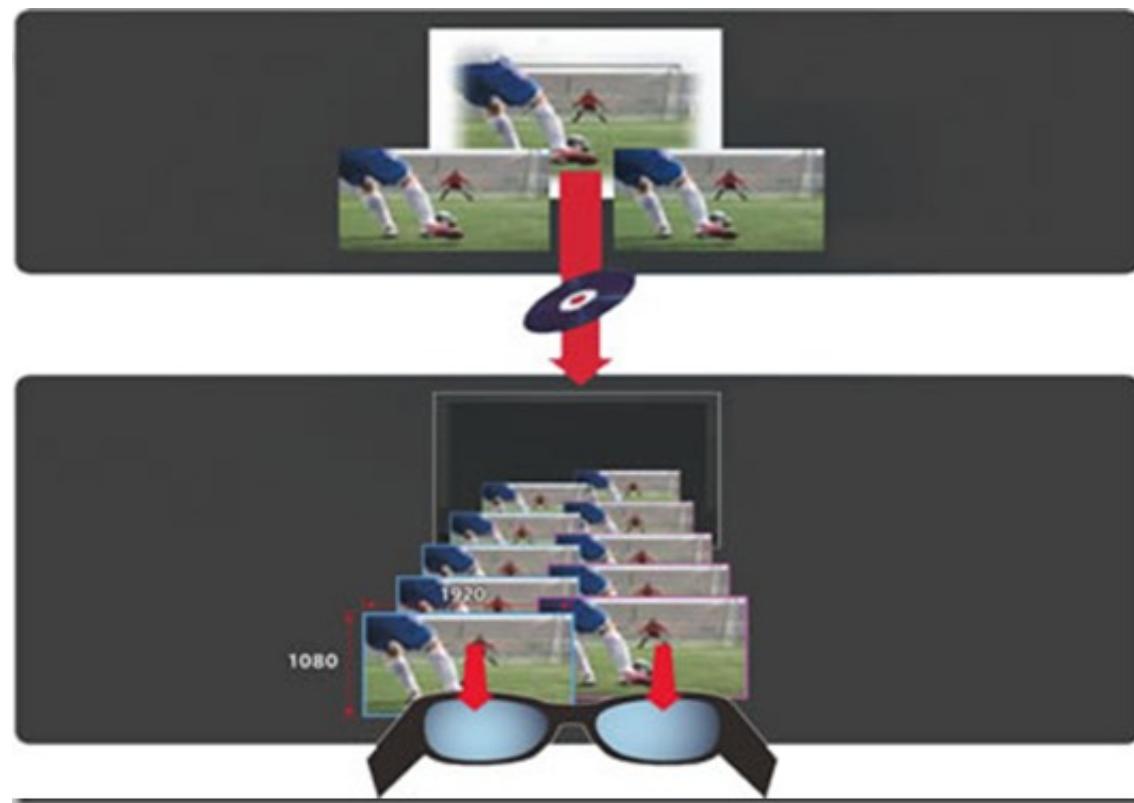


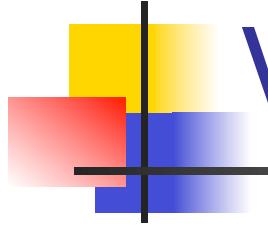
Figura 2.7 – Óculos obturadores sincronizados por infra-vermelho e por cabo  
(Stereographics, 1997)





# Visualização por obturadores

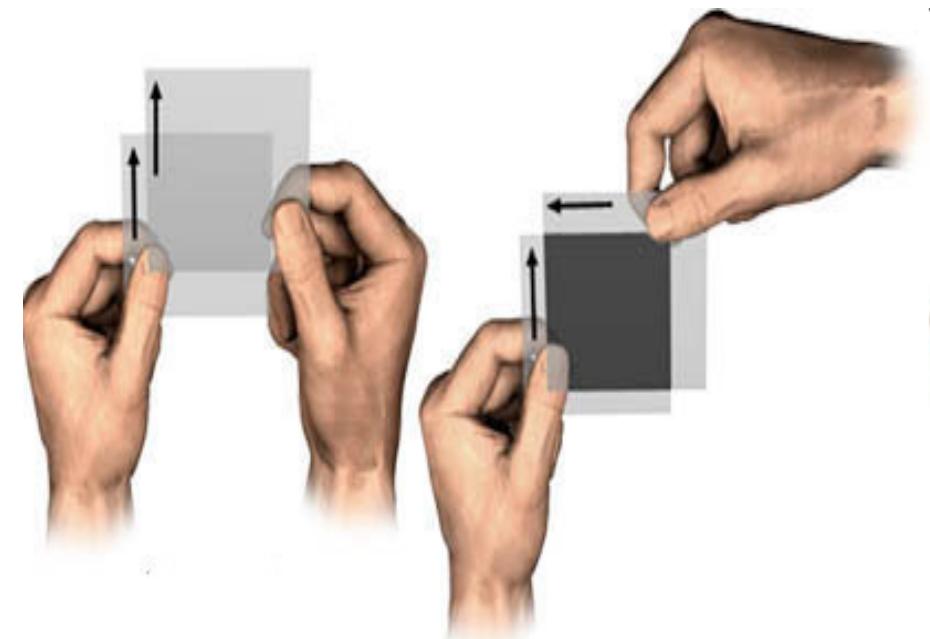
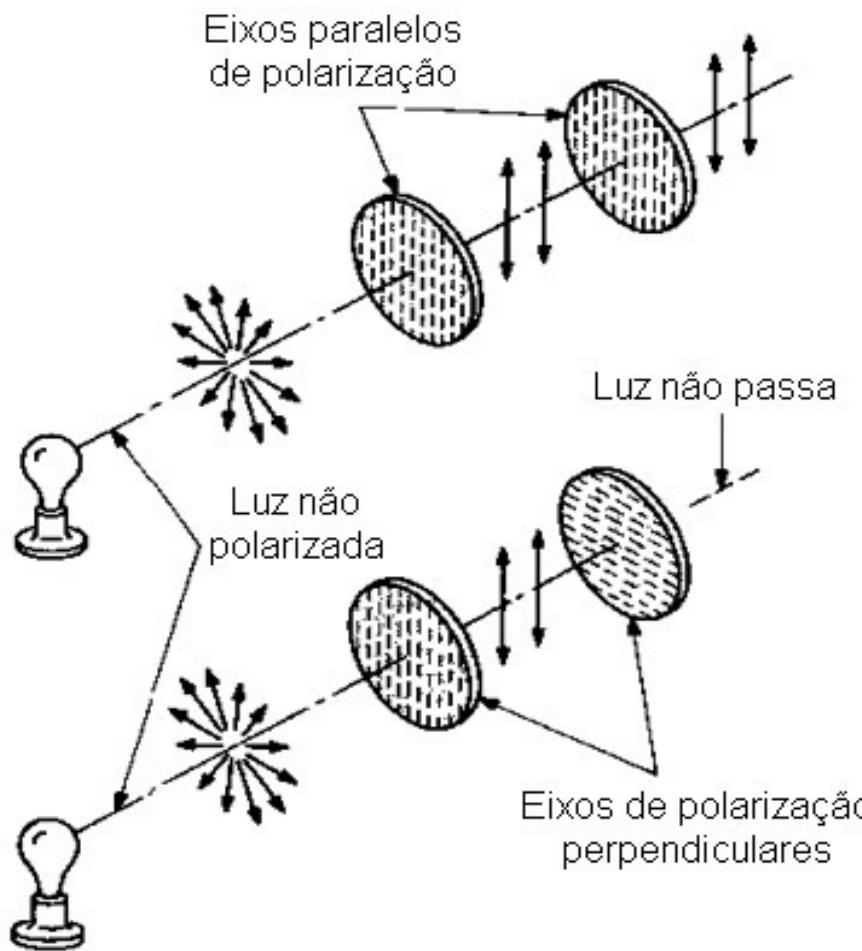


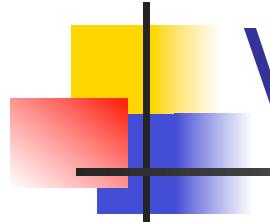


# Visualização por obturadores

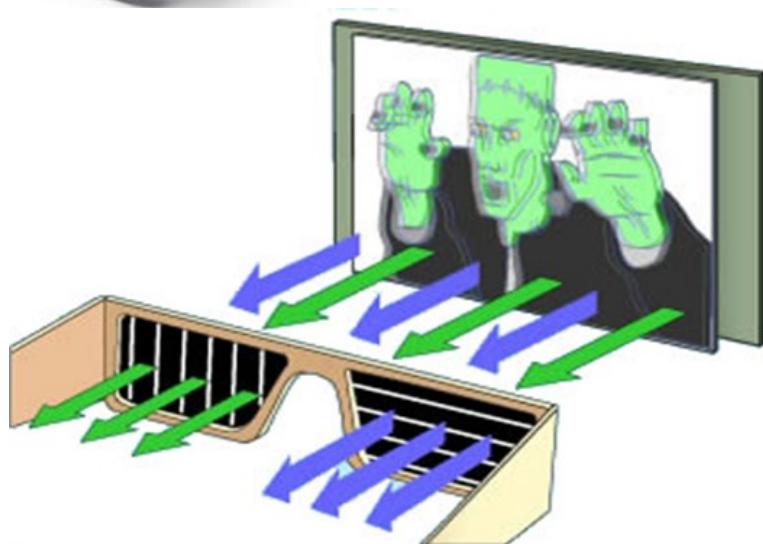
- Vantagem
  - Boa visualização
- Desvantagem
  - Custo alto (óculos e telas com alta taxa de refresh)
  - Requer armazenar/transmitir/processar 2 *streams* de vídeo (o par estéreo).

# Visualização por luz polarizada





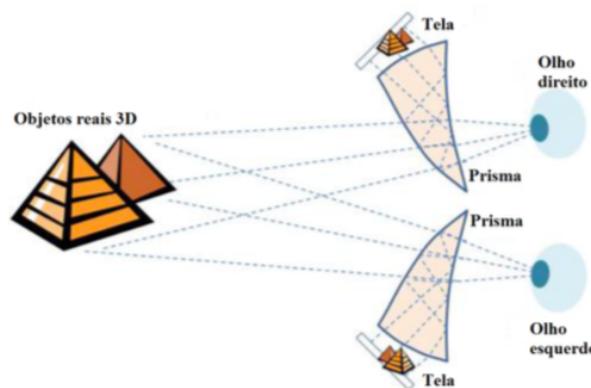
# Visualização por luz polarizada

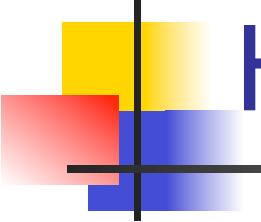


- Vantagem
  - Boa visualização
    - Perda de luminosidade.
- Desvantagem
  - Custo alto
  - Requer armazenar/transmitir/processar 2 *streams* de vídeo.

# HMD: Head Mounted Display

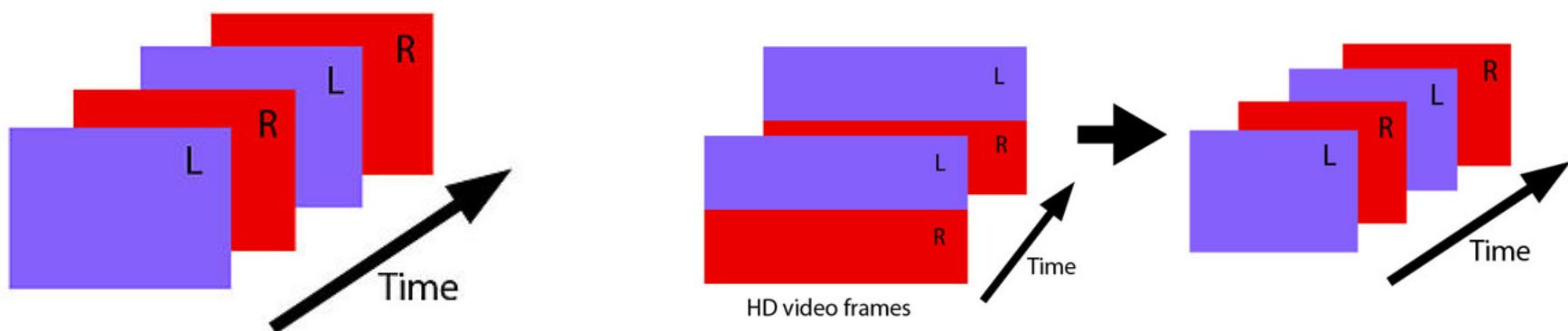
- Capacete com duas telas distintas, uma para cada olho
- Possibilita um ambiente de realidade aumentada e de total imersão por parte do usuário
- Permite integração com movimentação da cabeça para fornecer um efeito “olhar ao redor”
- Diferentes áreas de aplicação: militar, governamental, comercial, etc.





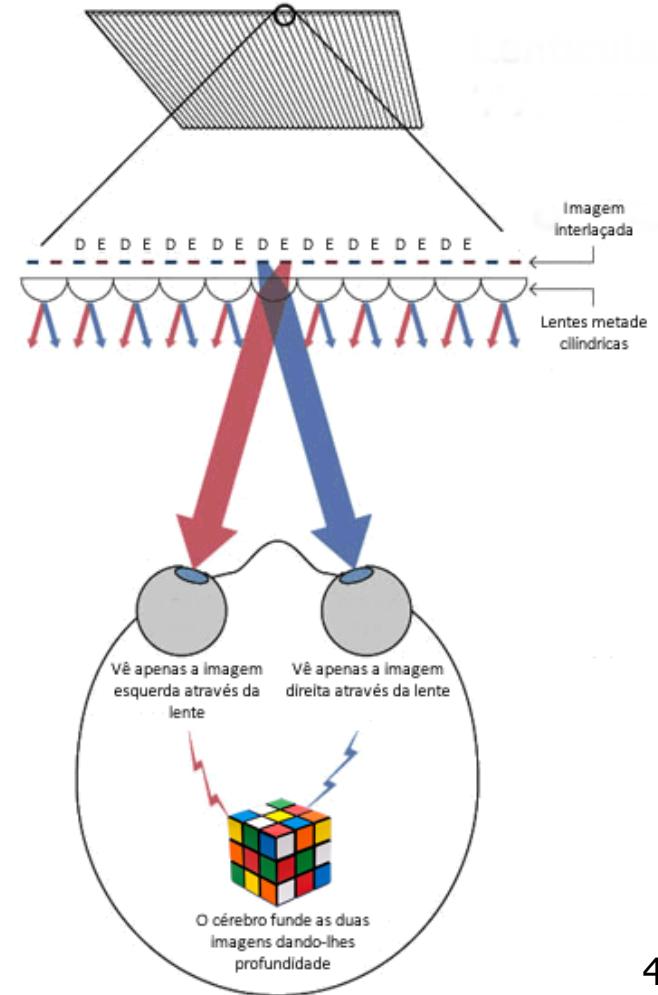
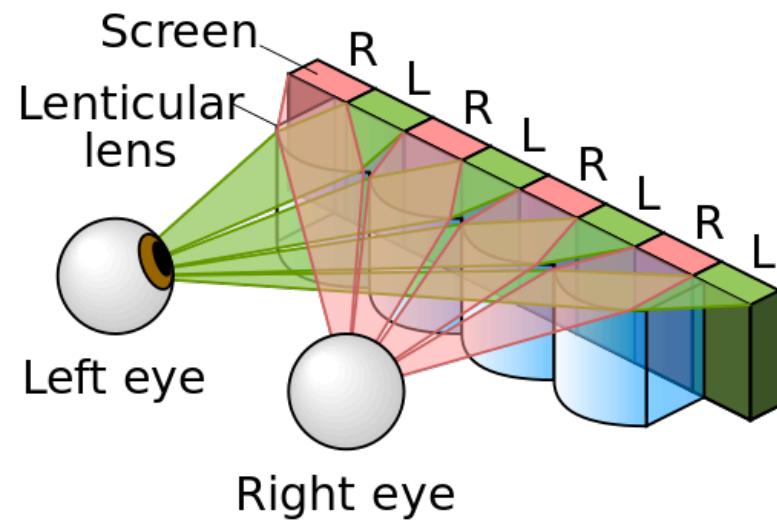
# HMD: Head Mounted Display

- Necessidade de uma imagem para cada olho
  - Dois fluxos de vídeo (alta resolução)
  - Multiplexação baseada em tempo (alta resolução, mas baixo fps)
  - Multiplexação lado-a-lado (baixa resolução, mas alto fps)



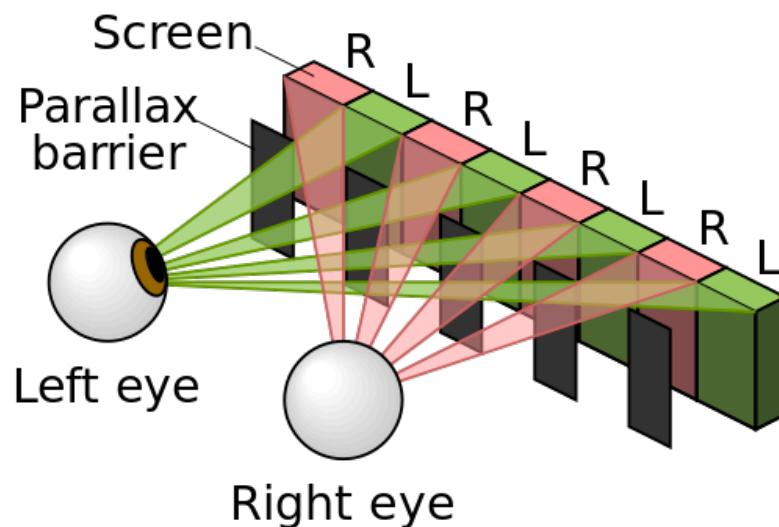
# Monitores autoestereoscópicos

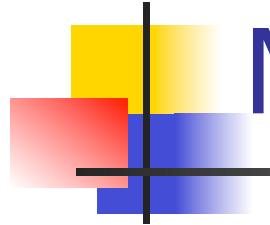
- Lenticular



# Monitores autoestereoscópicos

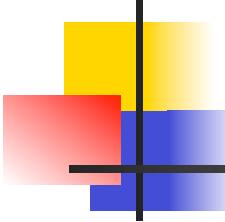
## ■ Parallax-barrier





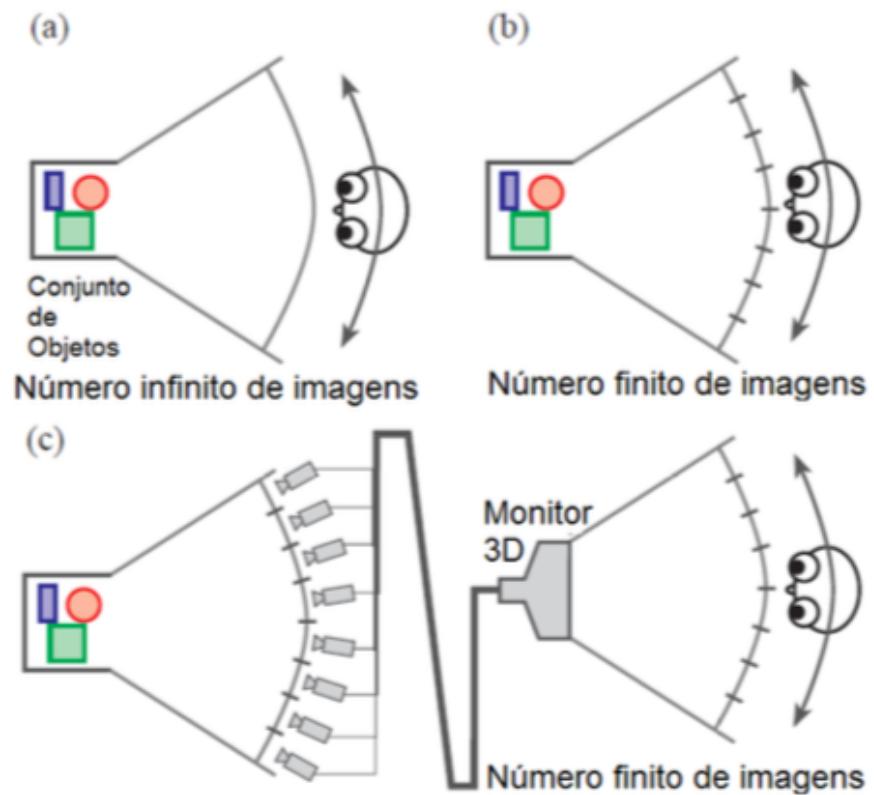
# Monitores autoestereoscópicos

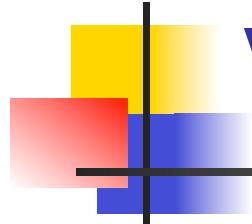
- Vantagem
  - Não necessita óculos especiais.
- Desvantagens
  - Custo alto.
  - Ângulo de visão limitado.



# Multivisão

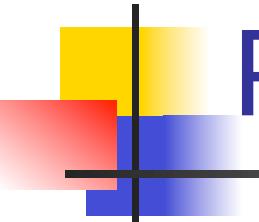
- Extensão dos métodos utilizados nos monitores autoestereoscópicos
- Mostram de 5 a 28 pontos de vista diferentes





# Video + Profundidade

- Conversão automática 2D → 3D
  - Problema ainda em aberto!
  - Técnicas procuram estimar a profundidade a partir de uma análise de quadros sucessivos e/ou perspectiva dos objetos
  - Ainda não produzem resultados satisfatórios em situações reais



# Referências

---

- - StereoGraphics Corporation. Stereographics Developers Handbook: Background on Creating Images for CrystalEyes and SimulEyes, 1997. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/Stereo/stereo-handbook.pdf>. Acesso em: 27/05/2010.
- - Smolic, A., Mueller, K., Merkle, P., Kauff, P., and Wiegand, T. 2009. An overview of available and emerging 3D video formats and depth enhanced stereo as efficient generic solution. In Proceedings of the 27th Conference on Picture Coding Symposium (Chicago, IL, USA, May 06 - 08, 2009). IEEE Press, Piscataway, NJ, 389-392.



# Créditos

■ Rudinei Goularte