

# O Aprimoramento de um Software de Estúdio Virtual por meio de Técnicas de Matting Digital e Registro de Objetos Virtuais

Daniel Zuniga Vielmas

Orientador: Prof. Adj. Antonio Carlos Sementille  
Coorientador: Prof. Adj. João Fernando Marar

# Sumário

- Introdução
- Proposta
- Etapas do desenvolvimento
- Conclusão



# Introdução

## Estúdios Virtuais

- Estúdios que proporcionam a composição de vídeo real com objetos virtuais 2D e 3D.
- Técnicas de realidade aumentada e matting digital podem ser aplicadas às filmagens para compor o resultado final da produção.



# Introdução

## Realidade Aumentada

- Combina informações virtuais geradas por computador com o ambiente do mundo real.
- Principais características:
  - combinação entre real e virtual;
  - registro de objetos virtuais;
  - interação em tempo real.



# Introdução

## Matting Digital

- Trata-se da utilização de métodos para a extração do foreground (primeiro plano onde está o elemento de interesse em uma extração) de uma imagem ou um vídeo.
- A técnica do chroma-key consiste em estabelecer uma cor chave e utilizá-la como background, a fim de facilitar o processo de extração.



# Introdução

## ARStudio

- Desenvolvido em uma arquitetura composta por módulos, para facilitar a manutenção e reutilização do código.
- Os seis módulos são:
  - Captura;
  - Chroma-key;
  - Interface com o usuário;
  - Detecção de marcadores;
  - Gerador de cena combinada;
  - Manipulação de áudio.



# Proposta

## Problemas

- ➊ Tempo de execução do matting digital
  - ➌ Prévia da cena
  - ➌ Relação entre tempo e qualidade
- ➋ Dificuldade na realização do registro de um objeto virtual
  - ➌ Marcador fixo com a câmera parada
  - ➌ Marcador obstruído ou fora do campo de visão da câmera
  - ➌ Identificação da posição do objeto em relação aos atores



# Proposta

## Justificativa

- Aumentar o acervo de funcionalidades do aplicativo e permitir total controle sobre essas funcionalidades terá impacto na qualidade final das produções.
- Reduzir o custo da criação abre caminho para estúdios de baixo orçamento.



# Proposta

## Objetivos

- Permitir o armazenamento do fluxo de vídeo não processado;
- Aumentar a acurácia do registro dos objetos virtuais com marcadores fixos e multimarcadores;
- Aplicar algoritmo melhorado de matting digital em tempo real ao software;
- Aprimorar o registro de objetos virtuais com o uso do Kinect.



# Etapas do desenvolvimento

- Reconstrução do ambiente de desenvolvimento;
- Implementação de armazenamento de vídeo não processado;
- Implementação de marcadores fixos e multimarcadores;
- Implementação de matting digital aprimorado;
- Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect.



# Etapa 1

## Reconstrução do ambiente de desenvolvimento

### ● Bibliotecas:

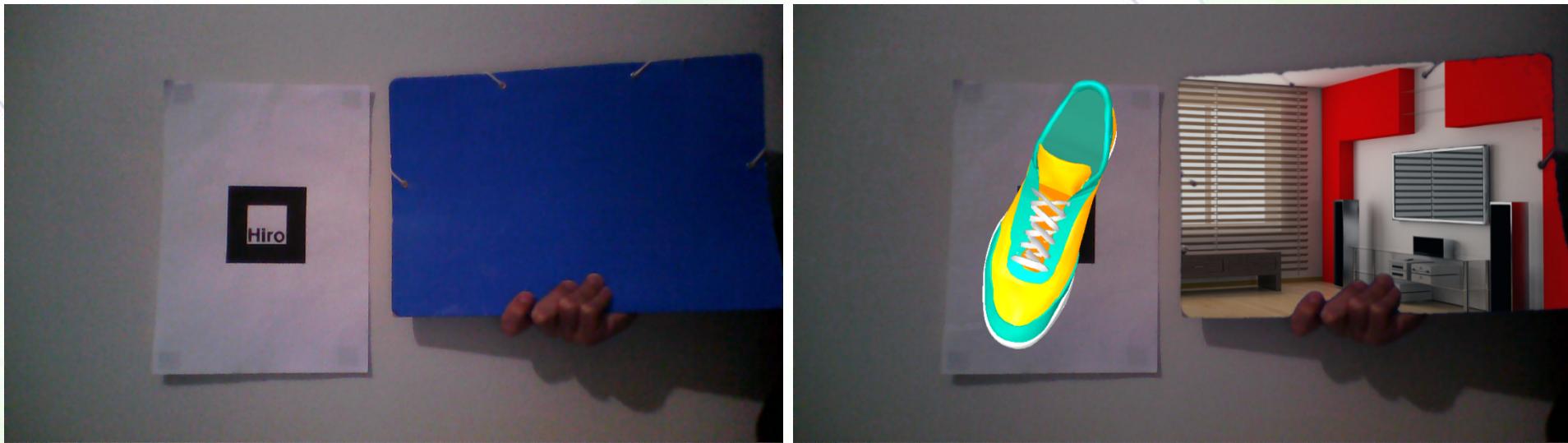
- ARToolkit (2.72.1)
- OpenSceneGraph (3.0.1 → 3.2.1)
- osgART (2.0)
- OpenCV (2.2.0 → 2.4.7)
- Qt Framework (4.7.3 → 4.8.5)
- FMOD Ex API (4.36.02 → 4.44.26)



# Etapa 2



## Implementação de armazenamento de vídeo não processado

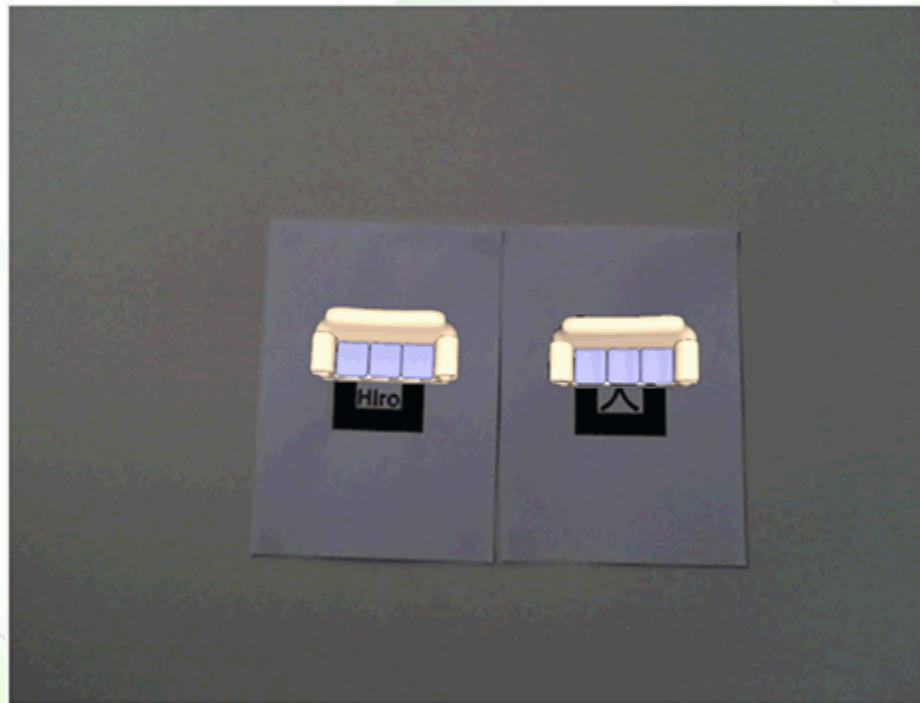


Faculdade  
de Ciências



# Etapa 3

## Implementação de marcadores fixos

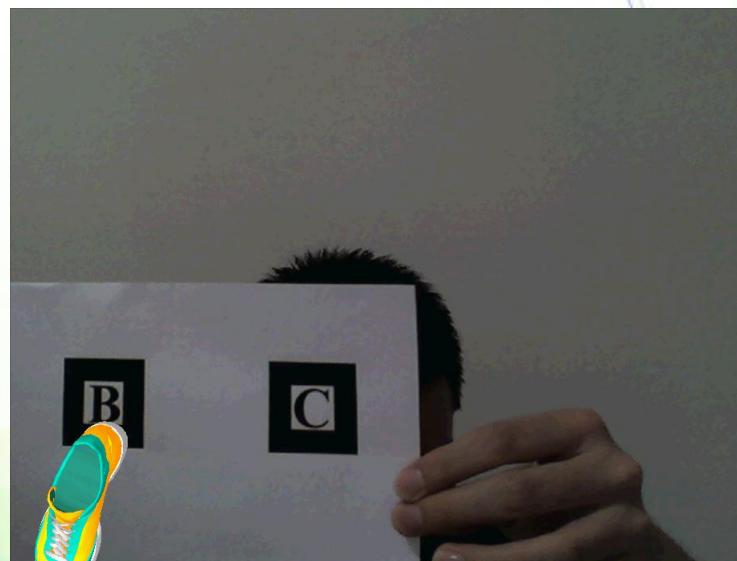
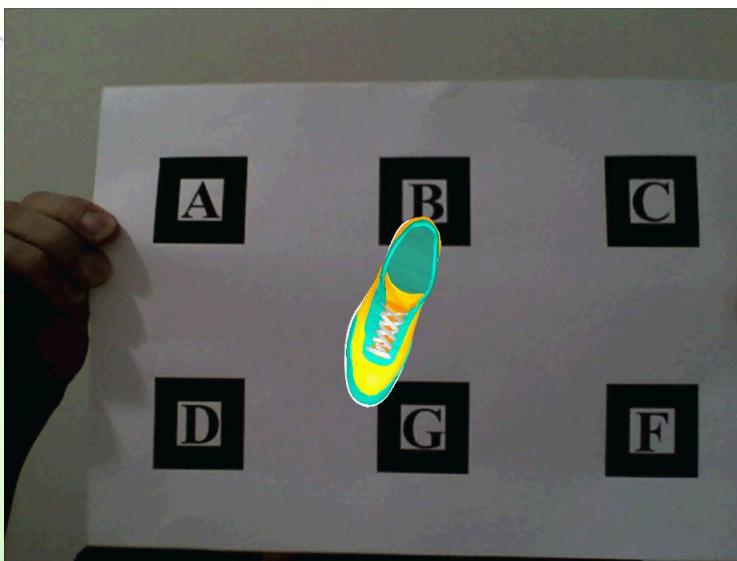
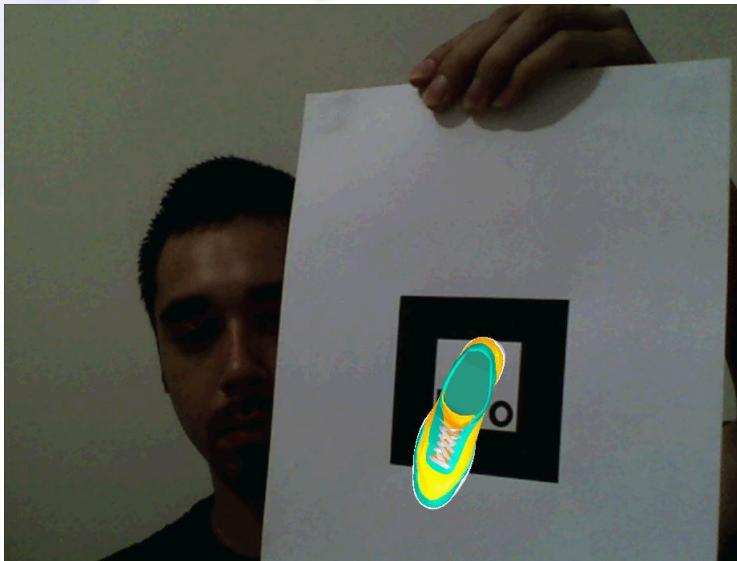


Faculdade  
de Ciências



# Etapa 4

## Implementação de multimarcadores



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### Algoritmo antigo:

- Chroma-key de Van Den Berg & Lalioti
  - Rápido, porém com resultados de baixa qualidade
  - Algoritmo binário, com apenas duas possibilidades de resultado: ou o pixel pertence ao primeiro plano, ou o pixel pertence ao plano de fundo

### Novo algoritmo implementado:

- Color difference key de Petro Vlahos
  - Exige maior esforço computacional, mas produz resultados melhores
  - O algoritmo calcula a transparência do pixel baseado na diferença dos canais R, G e B



# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 1 (Original)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 1 (Chroma-key)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 1 (Color Difference Key)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 2 (Original)



©2012, OneRiver Media - www.onerivermedia.com - @OneRiverMedia



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 2 (Chroma-key)

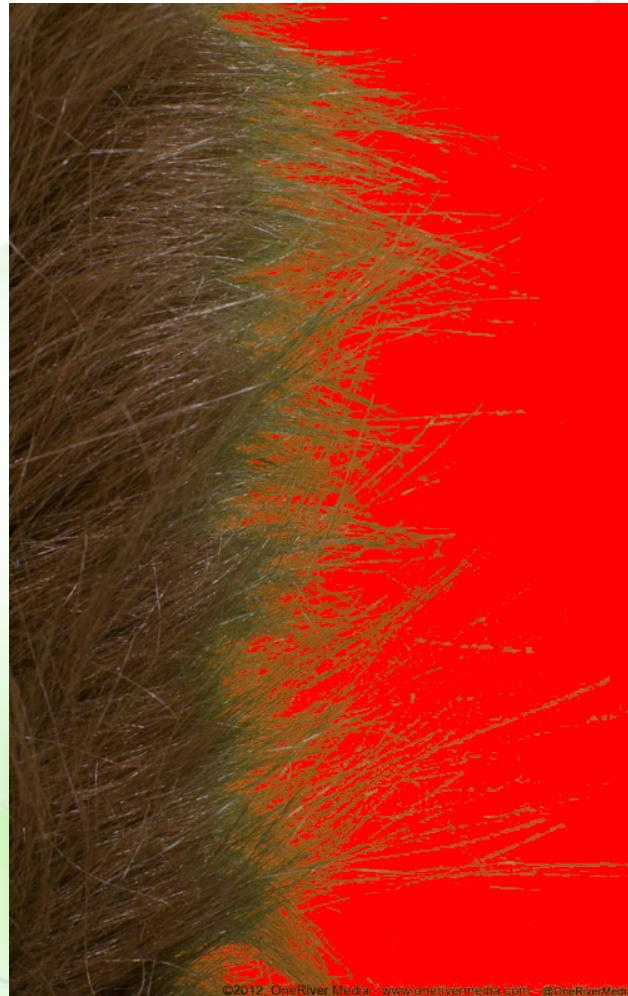


Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 2 (Color Difference Key)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 3 (Original)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 3 (Chroma-key)

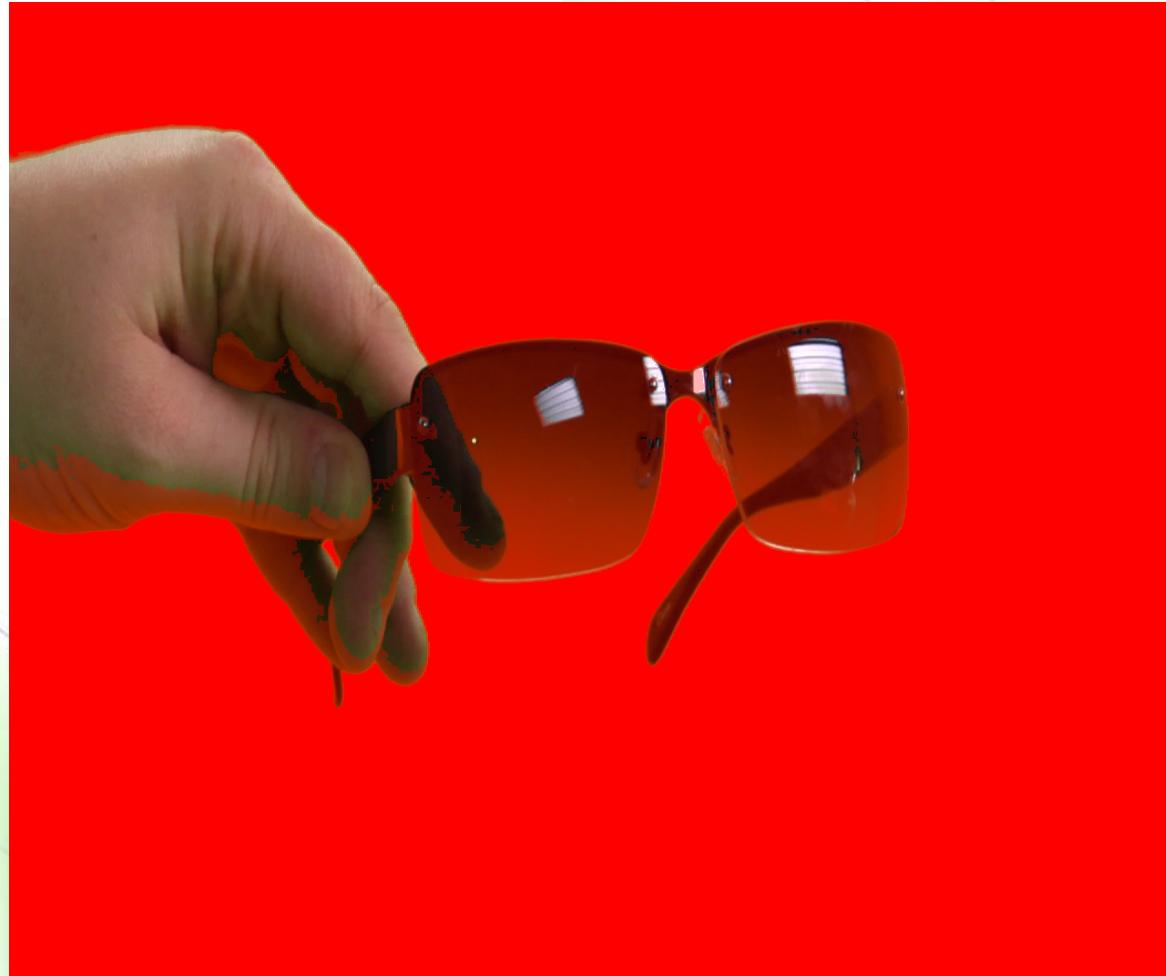


Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### ● Teste 3 (Color Difference Key)



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### Etapas de filtragem

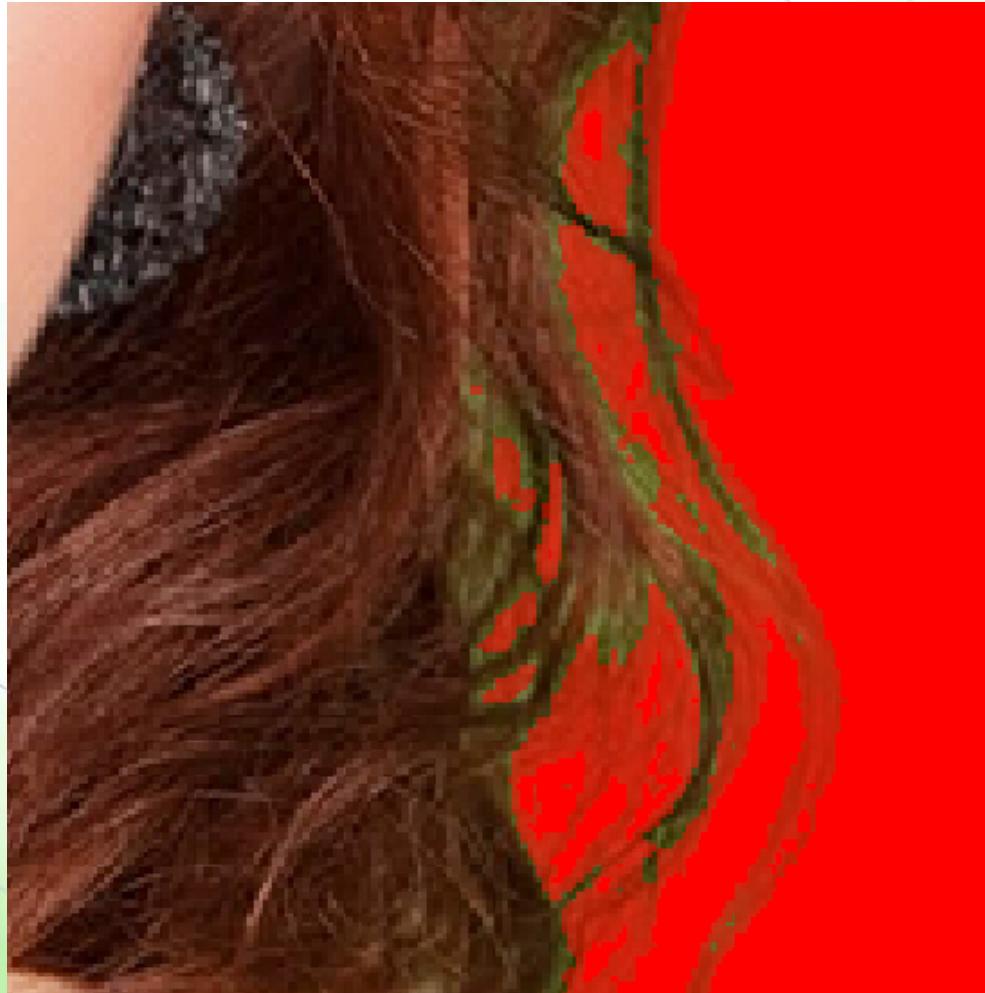
- Pré-borramento (Pre-blur)
  - Aplicado antes do processamento da imagem, para remover ruídos
- Pós-borramento (Post-blur)
  - Aplicado após o processamento da imagem, para suavizar as bordas



# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

- Teste (Sem borramento)

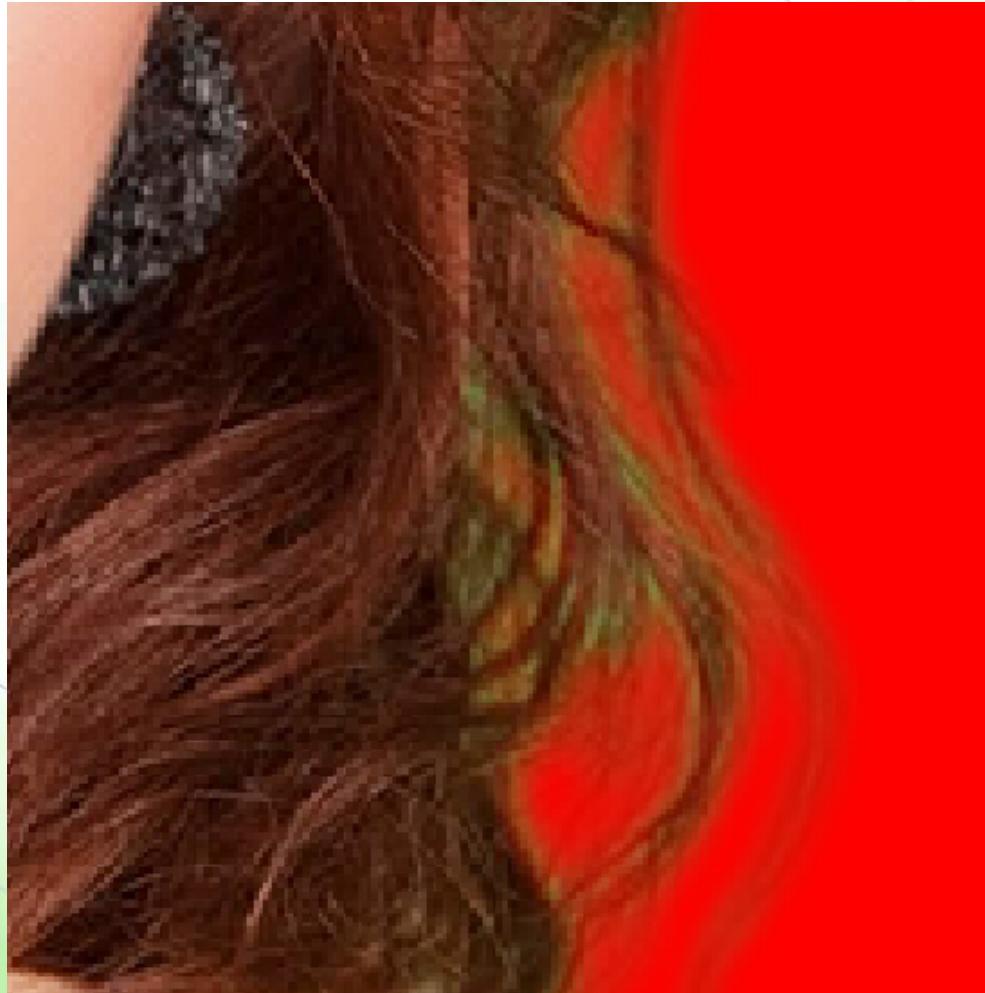


Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

### • Teste (Com borramento)



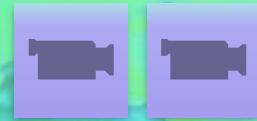
Faculdade  
de Ciências

# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

- Color Difference Key em vídeos
  - Execução do algoritmo em tempo real
  - Testes com vídeos em 1080p e 720p
  - Testes sem borramento e com borramento





## Implementação de matting digital aprimorado

1280x720:

|                         | FPS médio (sem etapas de borramento) | FPS médio (com etapas de borramento) |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Teste 1 – Atriz (longe) | 79,28                                | 50,98                                |
| Teste 2 – Atriz (perto) | 70,00                                | 43,29                                |
| Teste 3 – Fumaça        | 67,68                                | 50,00                                |

1920x1080:

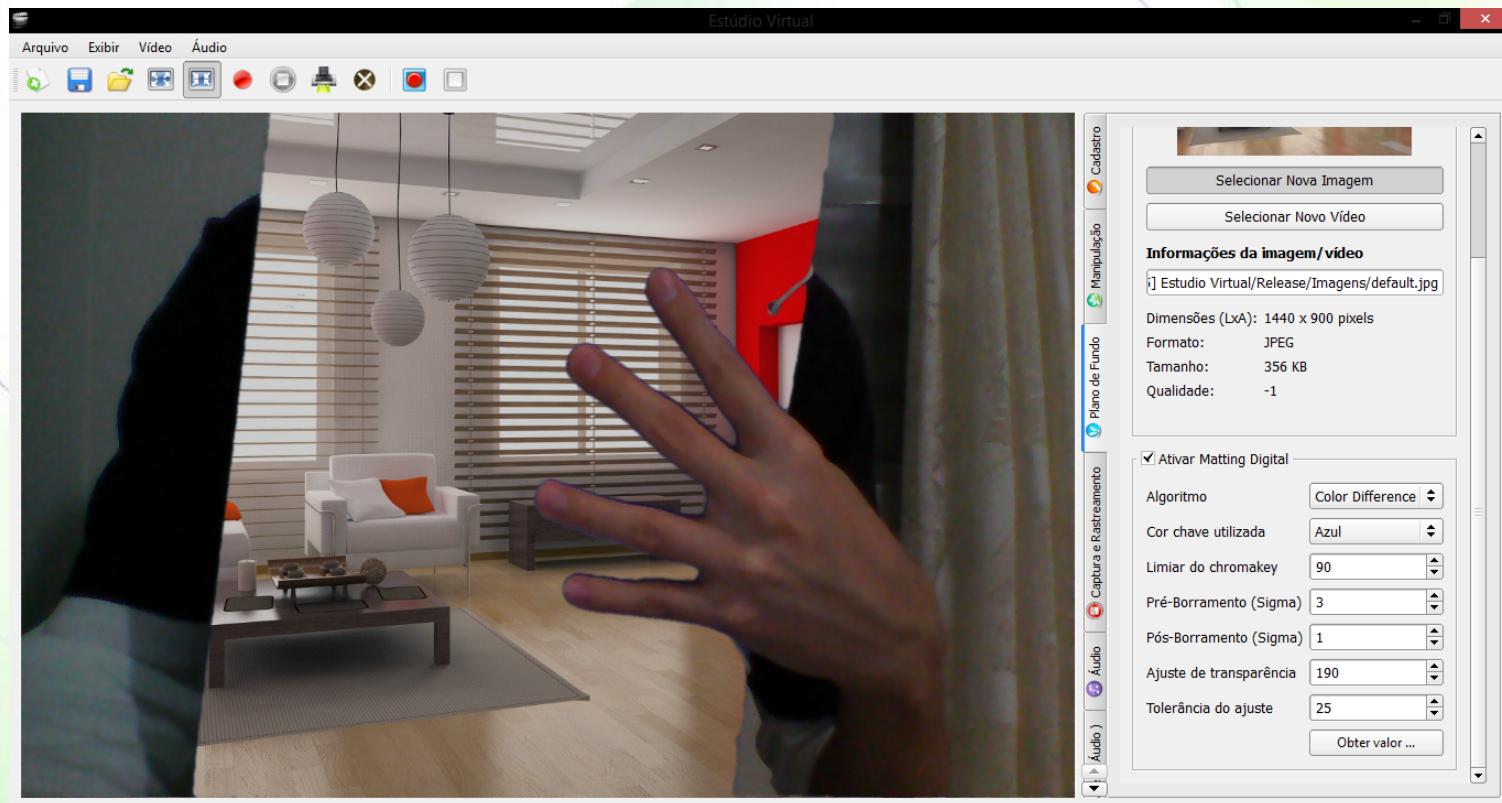
|                         | FPS médio (sem etapas de borramento) | FPS médio (com etapas de borramento) |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Teste 1 – Atriz (longe) | 59,70                                | 23,25                                |
| Teste 2 – Atriz (perto) | 60,00                                | 32,28                                |
| Teste 3 – Fumaça        | 55,37                                | 22,89                                |



# Etapa 5

## Implementação de matting digital aprimorado

- Inclusão do algoritmo no software de estúdio virtual



Faculdade  
de Ciências

# Etapa 6

## Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

### Kinect

- Dispositivo que possui uma câmera RGB e um sensor de profundidade
- O sensor de profundidade do Kinect é um sensor de luz estruturada que possibilita o cálculo da distância do objetos em relação ao dispositivo

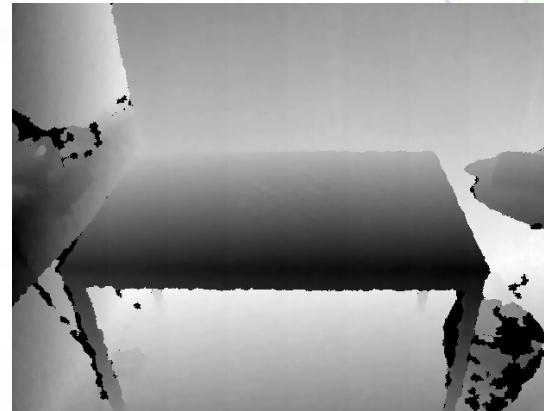


# Etapa 6

## Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

### Calibração do Kinect

- Ajuste da imagem de profundidade em relação à imagem da câmera colorida



# Etapa 6

## Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

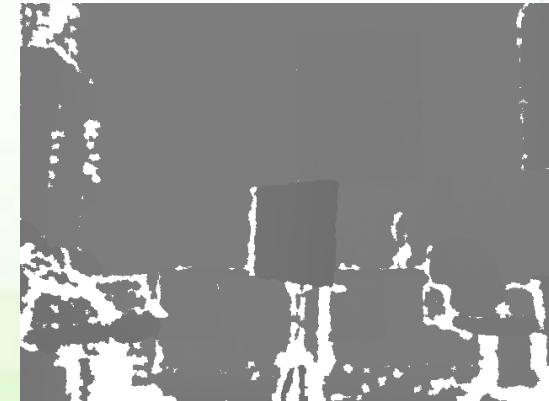
### Processo de calibração do Kinect

#### Parâmetros das câmeras (Daniel Herrera)

- Distância focal
- Coeficiente de distorção
- Rotação e translação

#### Método de calibração (Nicolas Burrus)

- Imagen de profundidade para ponto 3D
- Ponto 3D para imagem colorida

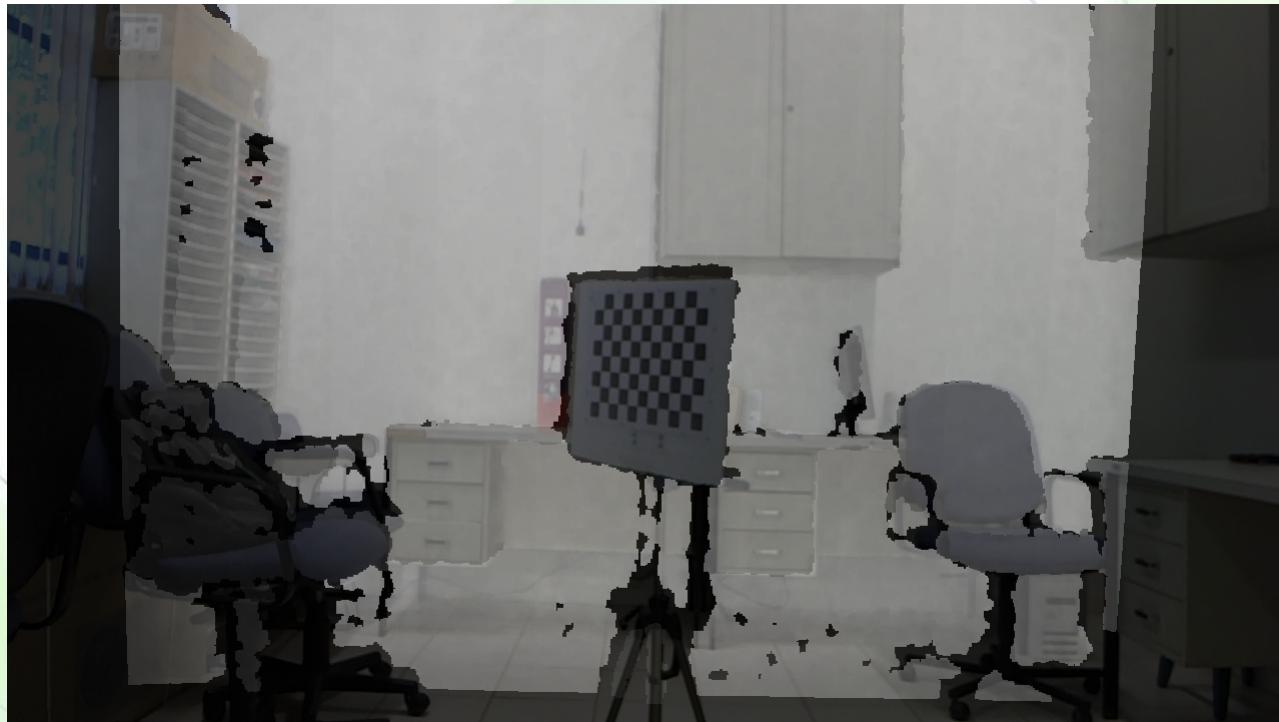




# Etapa 6

Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

## Resultado da calibração do Kinect



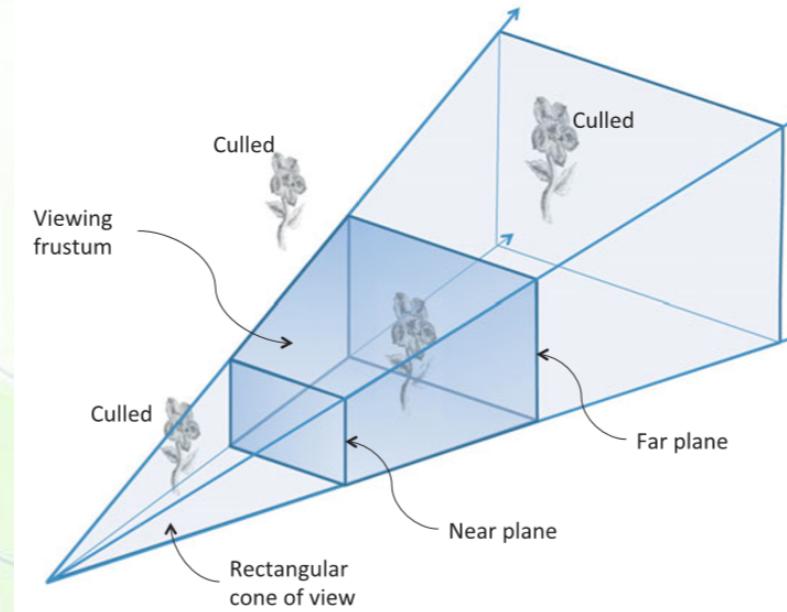
Faculdade  
de Ciências

# Etapa 6

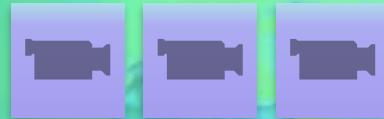
## Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

### Relação entre distância do mundo real e do mundo virtual

- Plano de corte em coordenadas do mundo virtual
- Medição da distância da câmera ao plano de corte no mundo real



# Etapa 6



## Implementação de registro de objetos virtuais com uso do Kinect

### Superfície de corte do Kinect

- Cada pixel da superfície de corte recebe o valor de profundidade fornecido pelo Kinect



# Conclusão

- Novas funcionalidades
  - Aumentam a versatilidade do software
- Armazenamento de vídeo não processado
  - Permite o uso na pós-produção
- Matting digital
  - Melhor qualidade de imagem em tempo real
- Registro de objeto virtual
  - Marcador fixo, multimarcador e Kinect ajudam a corrigir falhas



# Referências

- GIBBS, S.; ARAPIS, C.; BREITENEDER, C. LALIOTI, V.; MOSTAFAWY, S.; SPEIER, J. Virtual Studios: An Overview. *IEEE Multimedia*, v. 5, n. 1, p. 18-35, 1998.
- BLONDÉ, L.; BUCK, M.; GALLI, R.; NIEM, W.; PAKER, Y.; SCHMIDT, W.; THOMAS, G. A Virtual Studio for Live Broadcasting: The Mona Lisa Project. *IEEE Multimedia*, v. 3, n. 2, p. 18-29, 1996.
- AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. *Presense: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- WANG, J.; COHEN, M. F. Image and Video Matting: A Survey. *Foundations and Trends in Computer Graphics And Vision*, v. 3, n. 2, p. 97-175, 2007.
- MICROSOFT. Kinect Fact Sheet, 2010.
- HERRERA C., D.; KANNALA, J.; HEIKKILÄ, J. Joint Depth and Color Camera Calibration with Distortion Correction, *TPAMI*, 2012.

