

RECONSTRUÇÃO 3D A PARTIR DE IMAGENS E NUVENS DE PONTOS DO SENSOR LIDAR: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Aluno: Gabriel Castellani de Oliveira
Orientador: Aurélio Faustino Hoppe

Roteiro

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação Teórica
 - Reconstrução 3D
 - Reconstrução e visualização volumétrica 3D
 - LiDAR
- Trabalhos correlatos
- Implementação
- Análise dos resultados
- Conclusões
- Sugestões
- Outras tentativas/Testes

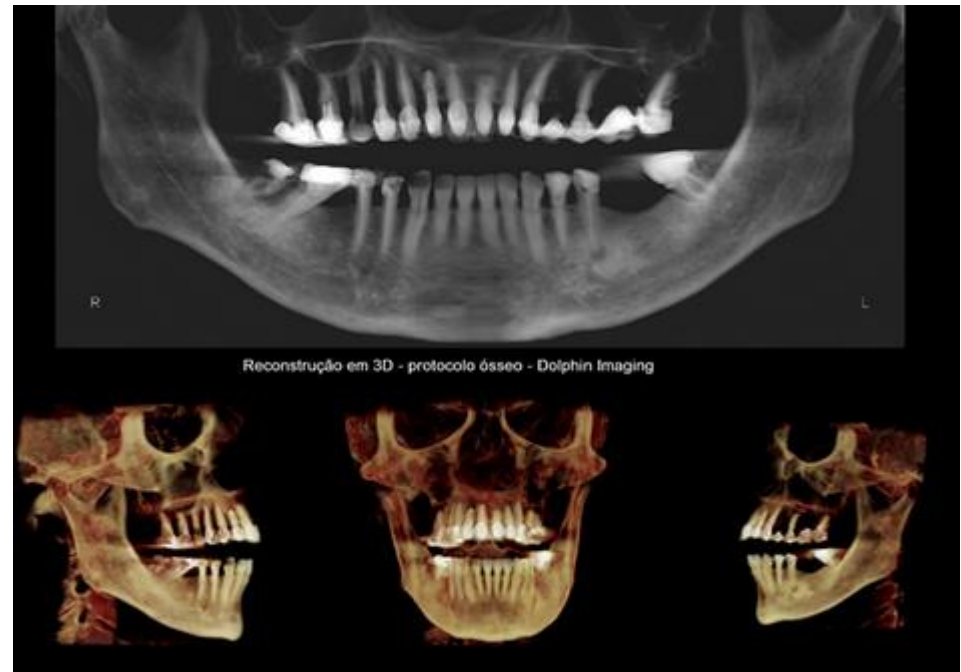
Introdução (1/2)

Com o surgimento da visão computacional, diversas atividades que antes eram feitas através de modelos matemáticos ou por ação manual, puderam se tornar automáticas.



Introdução (2/2)

- Reconstrução 3D é um ramo da visão computacional que tem como objetivo prover informações tridimensionais de ambiente reais.
- Aquisição geométrica:
 - Lasers
 - Fotografias
- Interação com usuário.
- Informações de profundidade e cor.
- Visualização mais detalhada



Objetivos

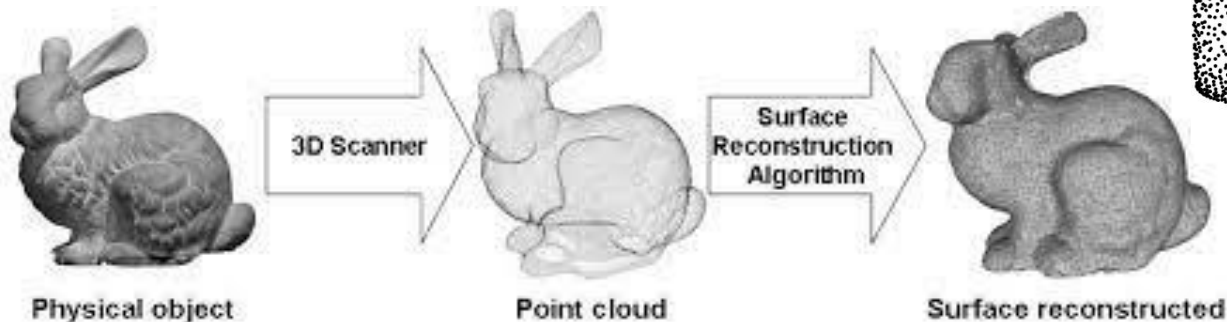
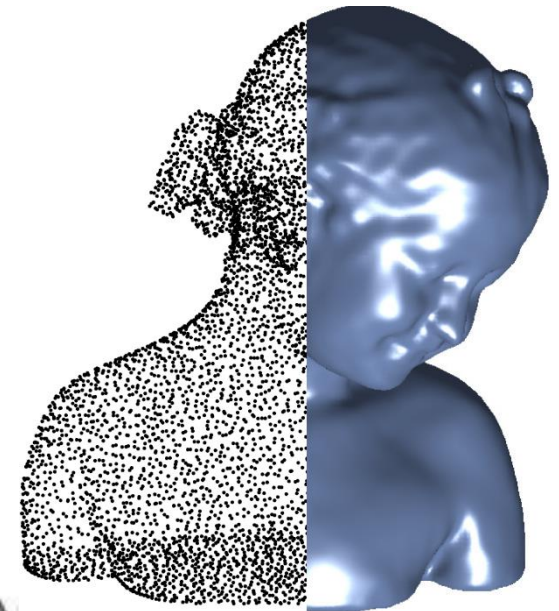
Discutir a reconstrução de superfícies em 3D para objetos reais e, como o tipo de entrada dos algoritmos pode afetar o resultado da reconstrução

- I. Aplicar algoritmos para reconstrução 3D a partir de imagens capturadas através de uma câmera fotográfica
- II. Aplicar algoritmos para reconstrução 3D a partir de nuvens de pontos obtidas através do sensor Light Detection and Ranging (LiDAR)
- III. Realizar um comparativo entre os algoritmos de reconstrução de superfícies em 3D

Fundamentação teórica (1/3)

Reconstrução de superfícies em 3D:

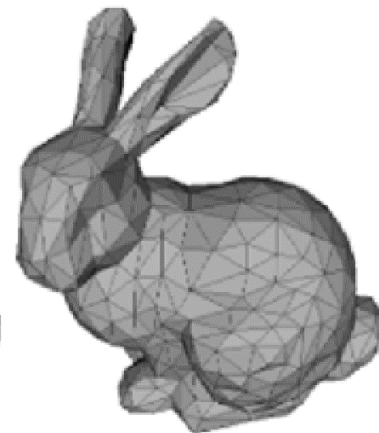
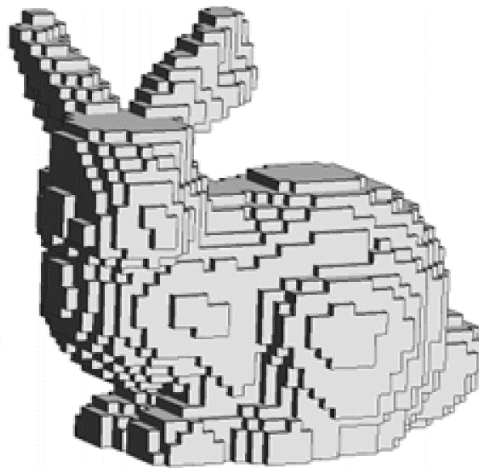
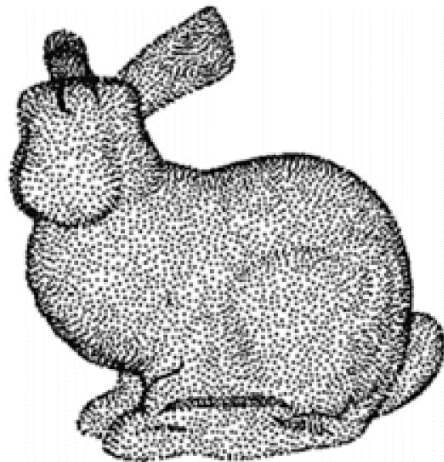
- Modelos tridimensionais de objetos reais
- Dispositivos de scanner 3D
- Estruturados e não estruturados
- Pré-processamento
- Formato triangularizado



Fundamentação teórica (2/3)

Reconstrução e visualização volumétrica 3D:

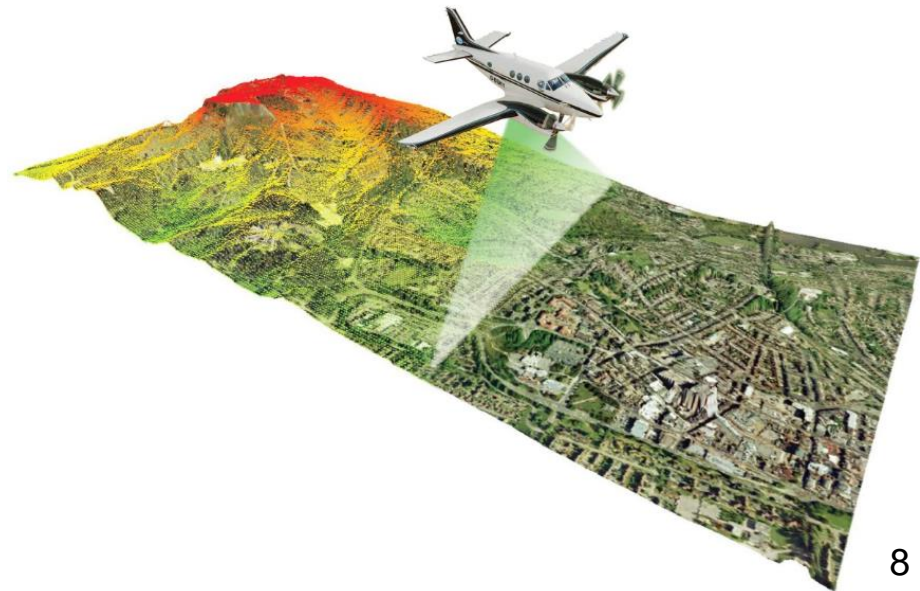
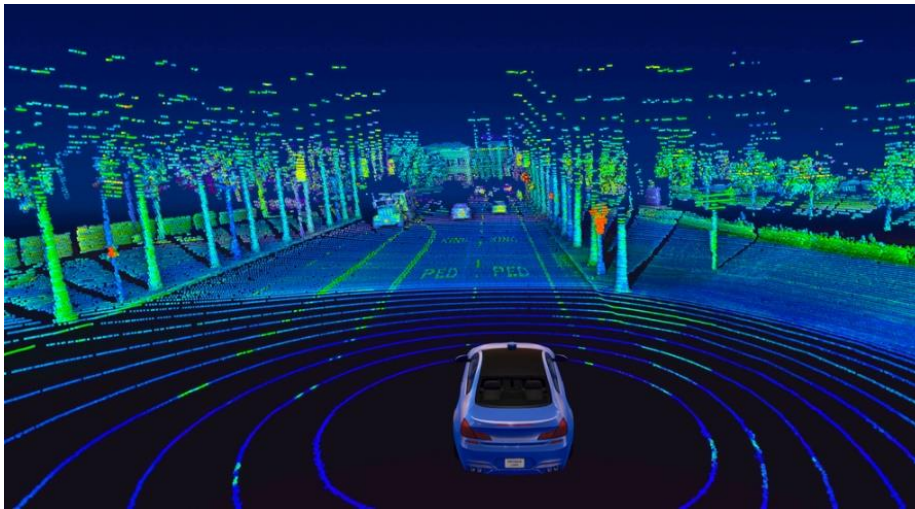
- Visualizar a imagem como um objeto real.
- Representação por pontos.
- Representação por voxel.
- Representação por malhas.



Fundamentação teórica (3/3)

LiDAR (Light Detection and Ranging):

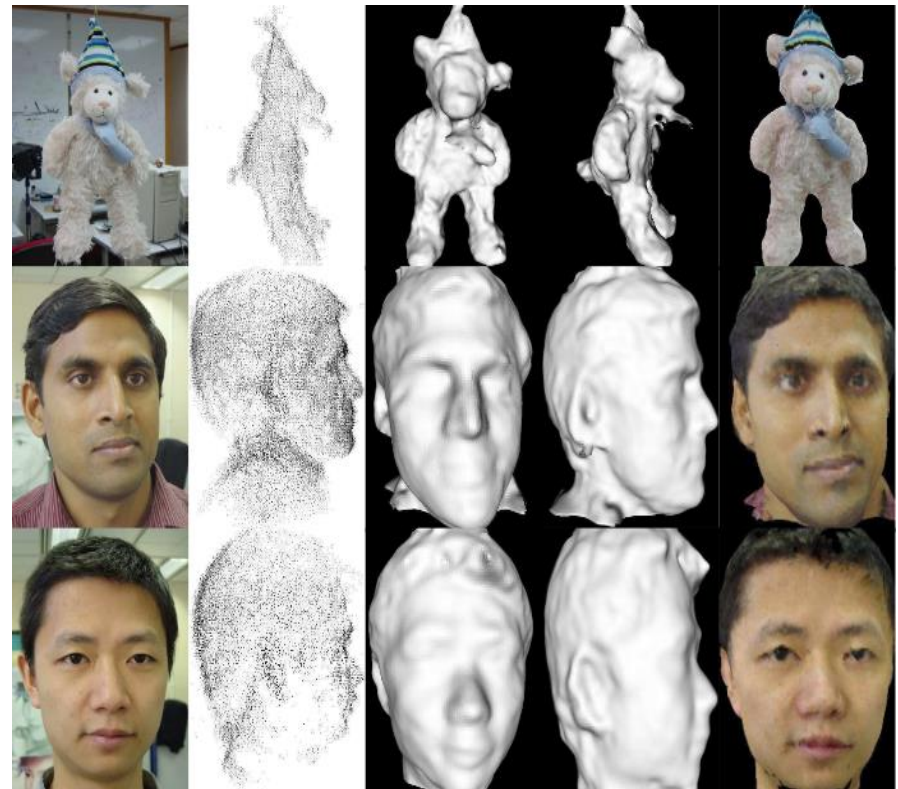
- Tecnologia de sensoriamento remoto.
- Emissor de pulsos laser.
- Fonte de energia própria.
- Não necessita do sol, diferente do satélite.



Trabalhos correlatos (1/4)

Título: Surface reconstruction by propagating 3D stereo data in multiple 2D images

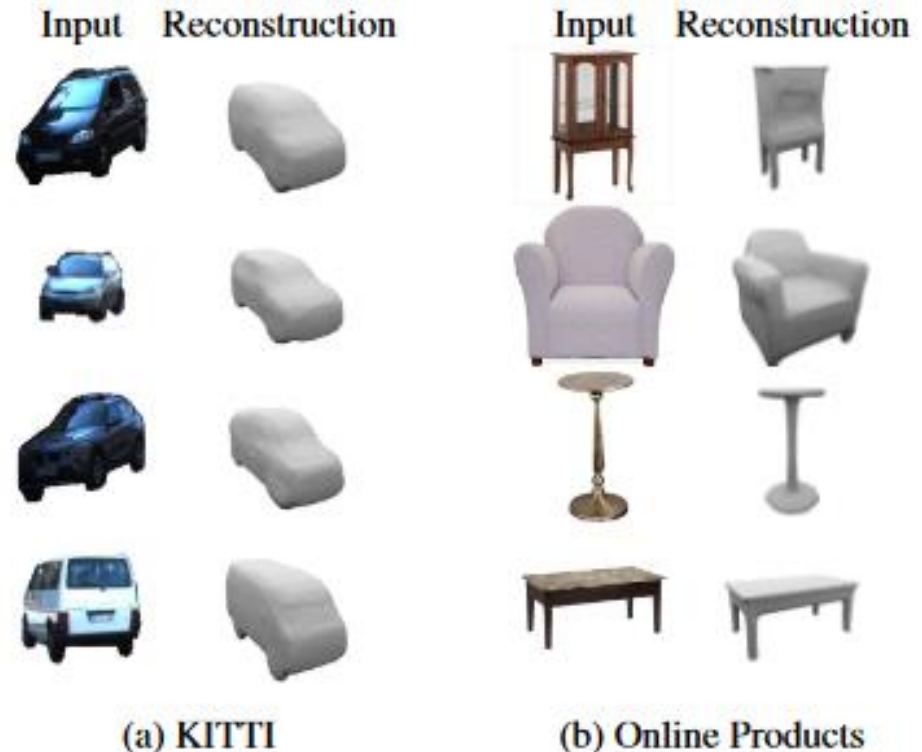
Características \ Trabalhos Correlatos	Zeng <i>et al.</i> (2004)
Objetivo	Reconstruir superfícies através da propagação dos pontos estéreo 3D e imagens 2D
Base da dados pública	Não
Informações de entrada	Pontos estéreo 3D e imagens 2D
Algoritmos/técnicas utilizadas	Ciclo de propagação da superfície
Cenários de teste	Conjunto de pontos (brinquedo e rostos)



Trabalhos correlatos (2/4)

Título: Occupancy networks: learning 3D reconstruction in function space

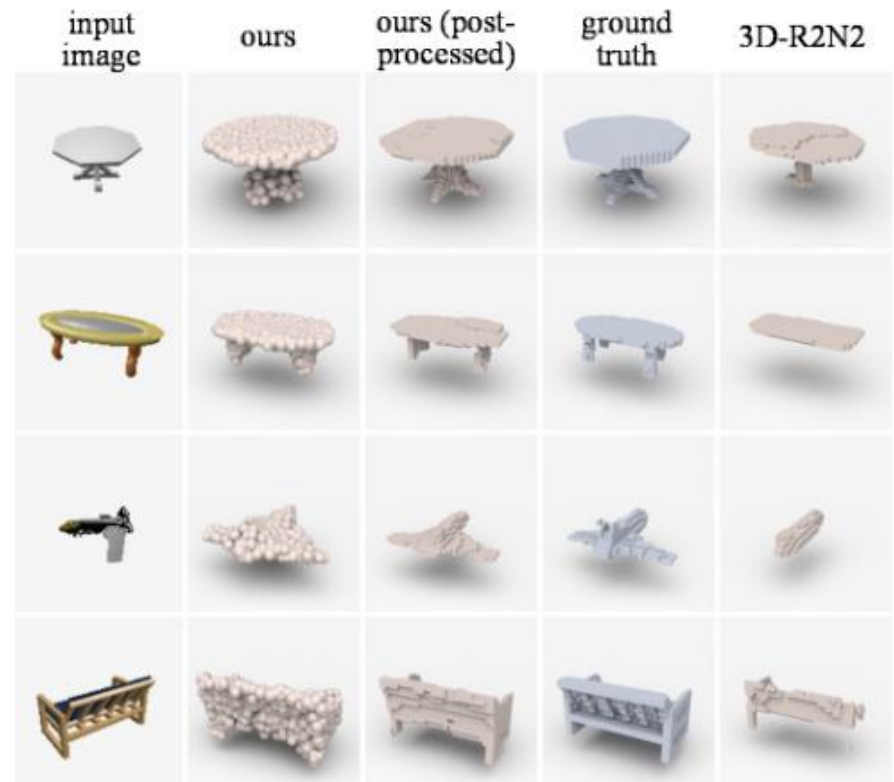
Características \ Trabalhos Correlatos	Mescheder <i>et al.</i> (2019)
Objetivo	Reconstruir superfícies utilizando uma rede neural
Base da dados pública	Sim
Informações de entrada	Imagens 2D
Algoritmos/técnicas utilizadas	Multiresolution IsoSurface Extraction, Fast-Quadric-Mesh-Simplification, Double-Backpropagation
Cenários de teste	KITTI e Online Products



Trabalhos correlatos (3/4)

Título: A point set Generation network for 3D object reconstruction from a single image

Características \ Trabalhos Correlatos	Fan, Su e Guibas (2017)
Objetivo	Reconstruir uma objeto a partir de uma única imagem
Base da dados pública	Sim
Informações de entrada	Imagem 2D
Algoritmos/técnicas utilizadas	Redes generativas
Cenários de teste	ShapeNet

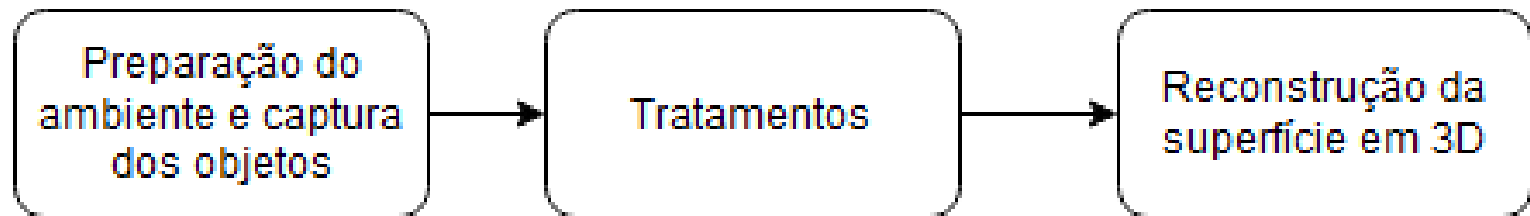


Trabalhos correlatos (4/4)

Características \ Trabalhos Correlatos	Zeng <i>et al.</i> (2004)	Mescheder <i>et al.</i> (2019)	Fan, Su e Guibas (2017)
Objetivo	Reconstruir superfícies através da propagação dos pontos estéreos 3D e imagens 2D	Reconstruir superfícies utilizando uma rede neural	Reconstruir uma objeto a partir de uma única imagem
Base da dados pública	Não	Sim	Sim
Informações de entrada	Pontos estéreos 3D e imagens 2D	Imagens 2D	Imagem 2D
Algoritmos/técnicas utilizadas	Ciclo de propagação da superfície	Multiresolution IsoSurface Extraction, Fast-Quadric-Mesh-Simplification, Double-Backpropagation	Redes generativas
Cenários de teste	Conjunto de pontos (brinquedo e rostos)	KITTI e Online Products	ShapeNet

Implementação (1/9)

Fluxo da implementação



Implementação (2/9)

Preparação do ambiente e captura dos objetos

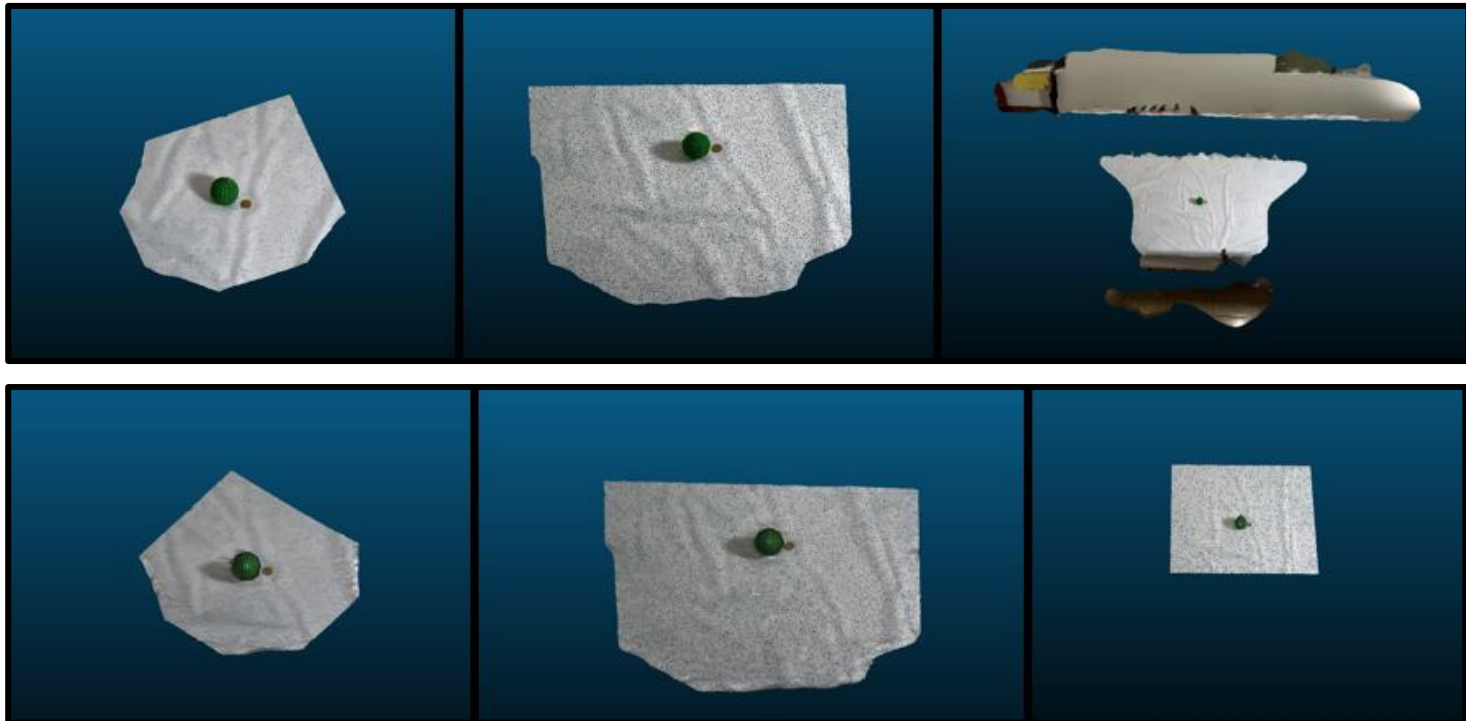
- Mesa revestida com uma toalha branca
- Led Yongnuo YN9.000 e dois Led Yongnuo YN600
- Sony A6600 com uma lente Sony 24mm ZEISS 1.8
- iPhone Pro Max 12



Implementação (3/9)

Tratamentos em imagens e nuvens de pontos

- Imagens
 - Redimensionamento para 800x800 -
- Nuvens de pontos
 - Segmentação
 - Normalização

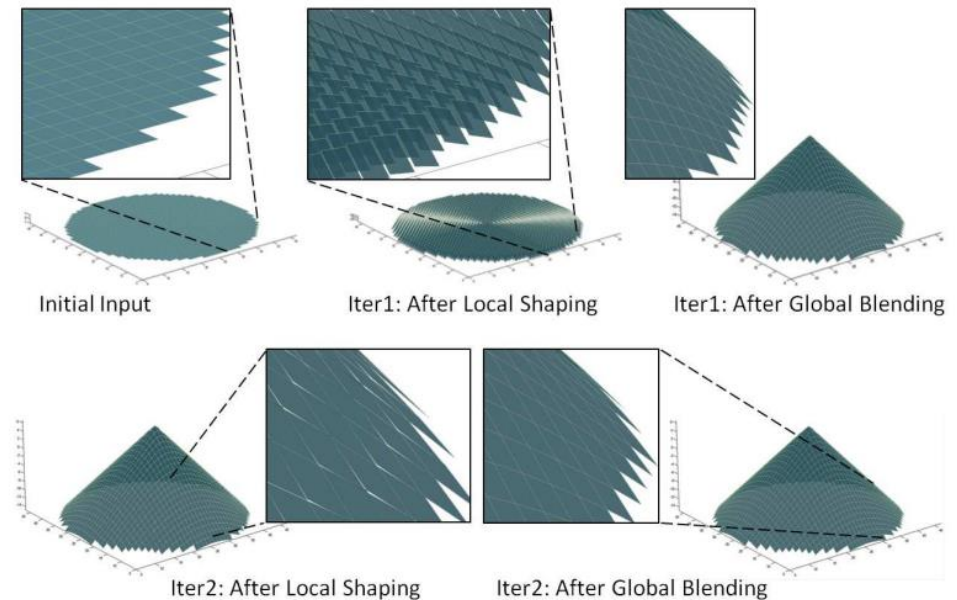


Implementação (4/9)

Reconstrução da superfície

Algoritmo de Xie *et al.* (2004):

- Processo de geometria:
 - Deformar a malha
 - Modelagem local
 - Mistura global
- Desenvolvido no Matlab
- Utiliza uma imagem 2D como entrada

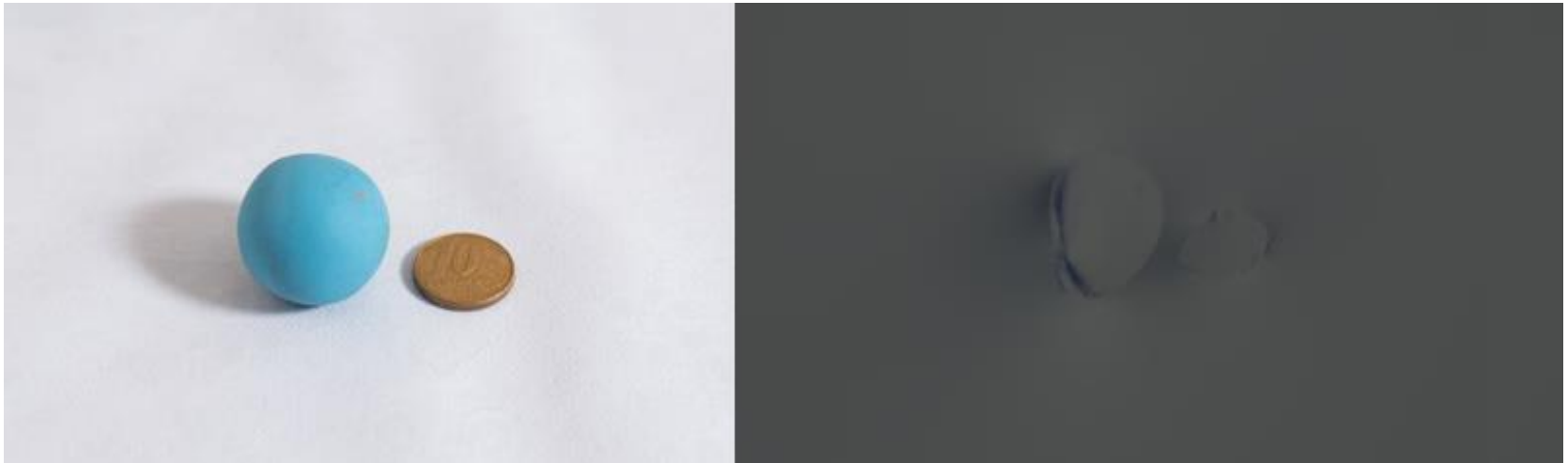


Resolução	Consumo base do computador (RAM)	Consumo da aplicação (RAM)	Tempo de processamento
4k	3GB	21GB	40 segundos (Erro)
800x800	3GB	1,5GB	74 segundos

Implementação (5/9)

Reconstrução da superfície

Resultados da reconstrução da superfície pelo algoritmo de Xie *et al.* (2004)

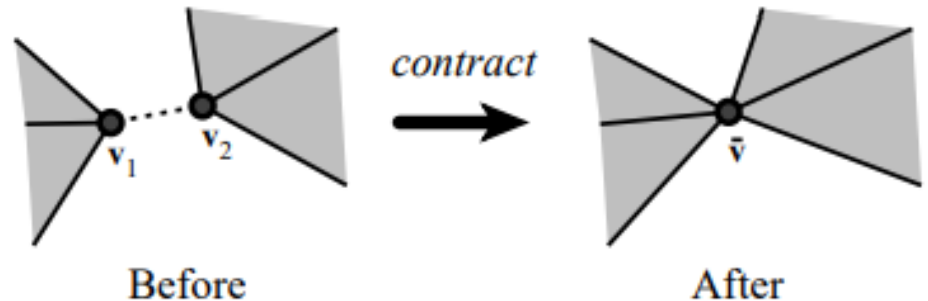
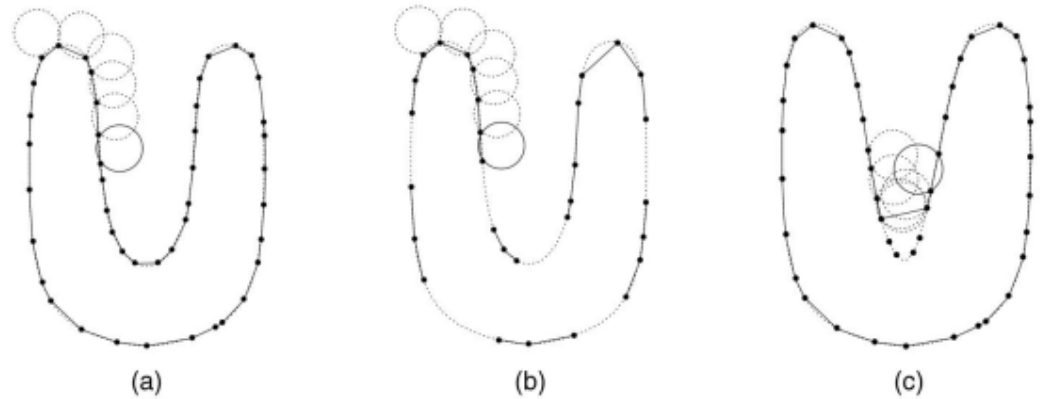


Implementação (6/9)

Reconstrução da superfície

Algoritmo de Ball pivoting
Bernardini *et al.* (1999).

- Cria uma malha triangular
- Usa um círculo para a criação
- Simplifica a malha resultante com métricas de erro quádrico
- Desenvolvido no Google Colab
- Nuvens de pontos de entrada

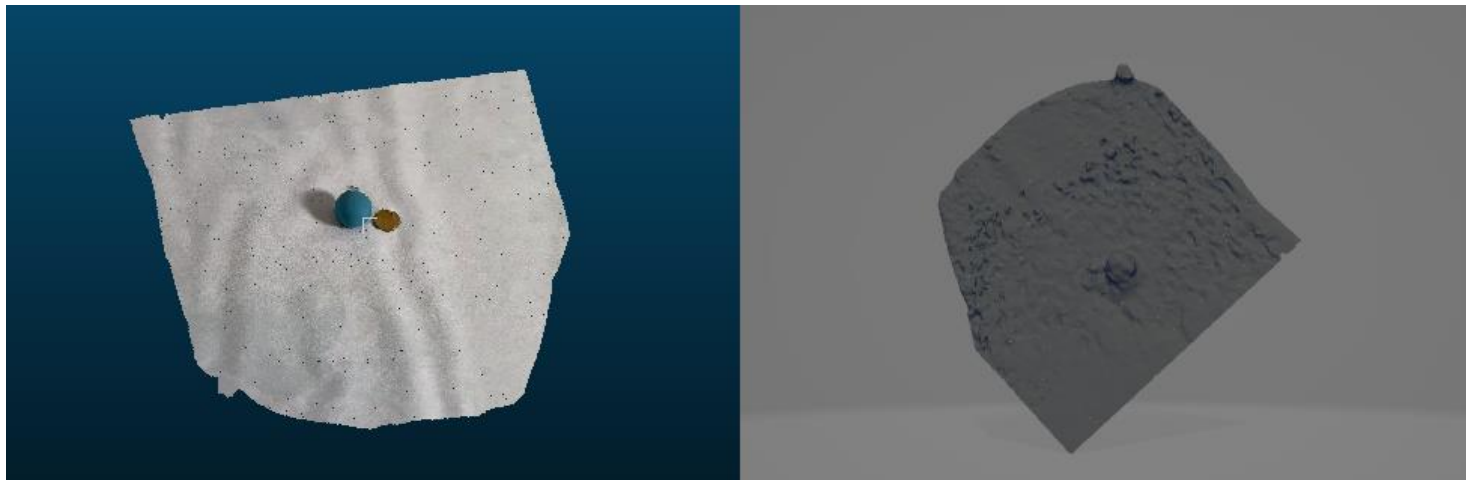


Implementação (7/9)

Reconstrução da superfície

Resultados da reconstrução da superfície pelo algoritmo de Ball pivoting

Nº	Tarefa
01	Criação de uma geometria com base nas nuvens de pontos
02	Calcular o raio do círculo que será utilizado na etapa 3
03	Aplicação do algoritmo Ball pivoting
04	Simplificação da malha usando métricas de erro quadrático
05	Tratamentos na malha resultante

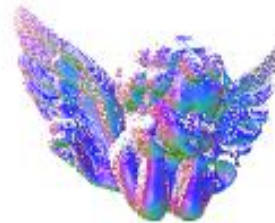


Implementação (8/9)

Reconstrução da superfície

Algoritmo de Poisson. Kazhdan e Hoppe (2013).

- Resultados mais suaves
- Parâmetro para profundidade
- Desenvolvido no Google Colab
- Nuvens de pontos de entrada



Profundidade	Consumo do algoritmo (RAM)	Tempo de processamento
8 (Padrão)	1GB	18 segundos
12	1.3GB	36 segundos
15	13GB	89 segundos
20	11.3GB	977 segundos

Implementação (9/9)

Reconstrução da superfície

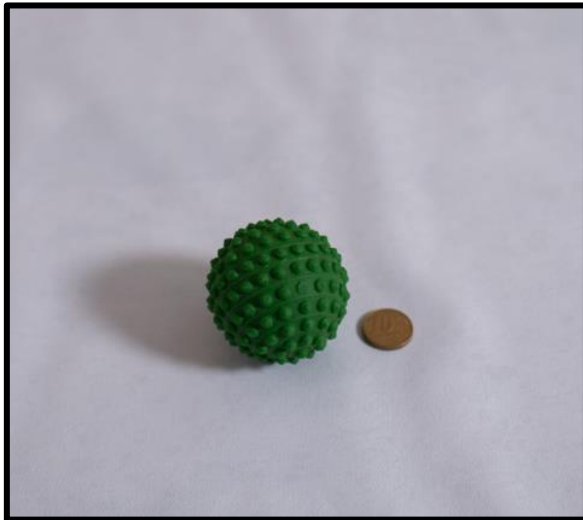
Resultados da reconstrução da superfície pelo algoritmo de Poisson

Nº	Tarefa
01	Criação de uma geometria com base nas nuvens de pontos
02	Aplicação do algoritmo de Poisson
03	Capturar os pontos relevantes a partir de uma caixa delimitadora

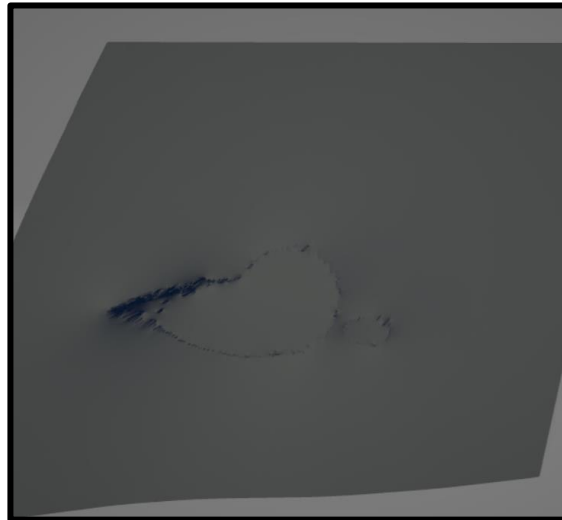


Análise dos resultados (1/3)

- Imagem e nuvem de pontos capturadas com 20 centímetros de distância.



Objeto real



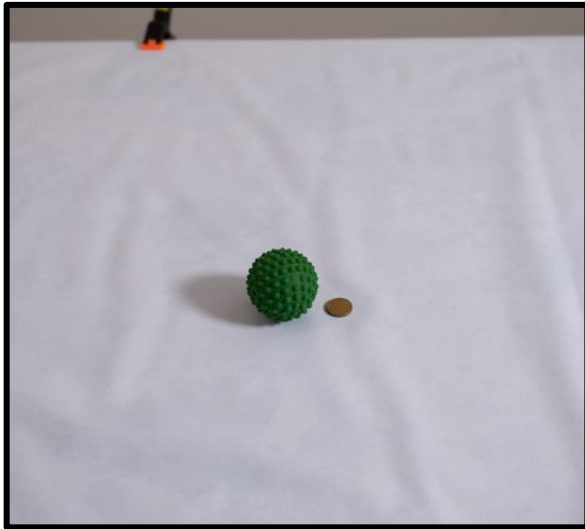
Xie *et al.* (2004)



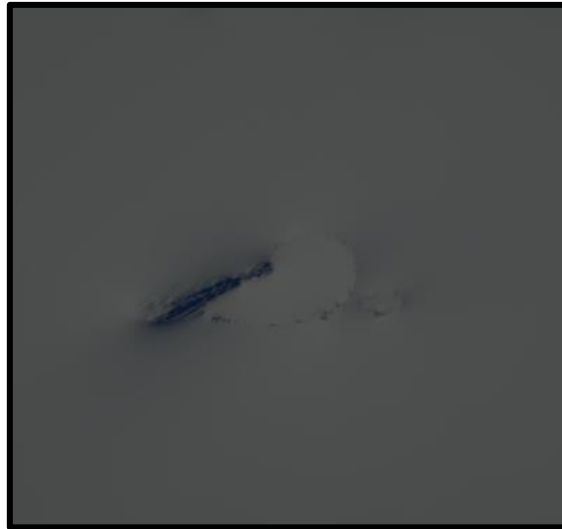
Kazhdan e Hoppe
(2013)

Análise dos resultados (2/3)

- Imagem e nuvem de pontos capturadas com 40 centímetros de distância.



Objeto real



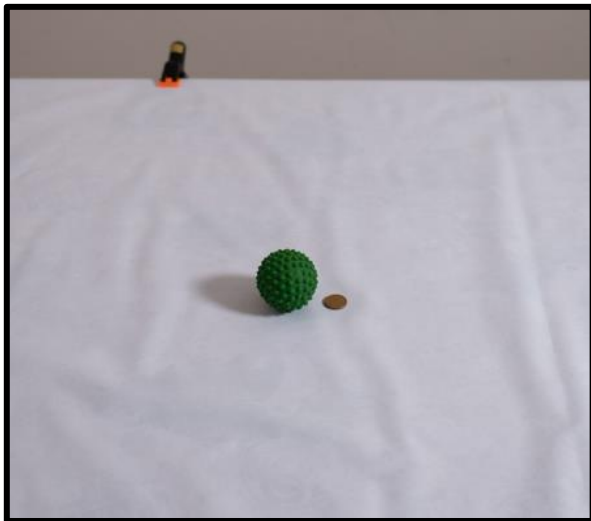
Xie *et al.* (2004)



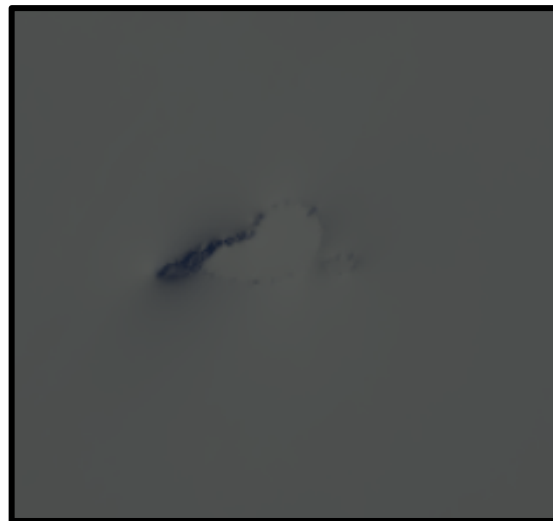
Kazhdan e Hoppe
(2013)

Análise dos resultados (3/3)

- Imagem e nuvem de pontos capturadas com 80 centímetros de distância.



Objeto real



Xie *et al.* (2004)



Kazhdan e Hoppe
(2013)

Conclusões

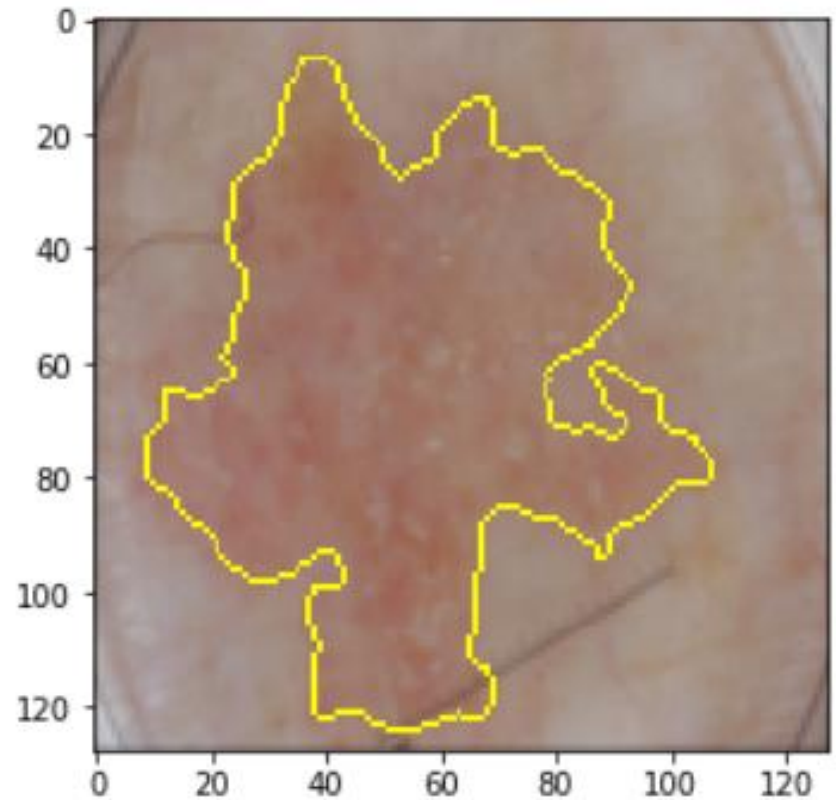
- Reconstrução 3D vem ganhando bastante espaço em diversas áreas de pesquisa
- Superfícies detalhadas e com uma ótima qualidade, necessita de muitos recursos computacionais.
- Reconstrução 3D a partir de nuvens de pontos possui uma qualidade e reconstrução superior ao do algoritmo de reconstrução a partir de imagens.
- Capturas realizadas muito distante do objeto, não teve uma boa reconstrução.

Sugestões

- Trabalhos futuros, sugere-se:
 - Trabalhar com nuvens de pontos.
 - Detalhamento da superfície.
 - Utilizar para imagens médicas.

Outras Tentativas/testes

- Ideia inicial era reconstruir superfícies para imagens dermatológicas.
- Segmentação com UNet para imagens dermatológicas.
- Base de dados da ISIC Challenge.
- Mais de 18 algoritmos testados, porém nenhum foi possível executar



Obrigado!