

Tópicos em Visualização de Modelos Massivos  
Alberto Raposo

# Visibilidade em Nuvem de Pontos

Chrystiano Araújo  
caraujo@tecgraf.puc-rio.br



# Roteiro

1. Introdução
2. Trabalhos Relacionados
3. Operador *Hidden Point Removal*
4. Resultados
5. Conclusão
6. Trabalhos Futuros
7. Bibliografia

# Trabalho de referência

## **Direct Visibility of Point Sets, 2007**

Sagi Katz<sup>1</sup>, Ayellet Tal<sup>1</sup> e Romen Barsi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Insrael Institute of Technology. <sup>2</sup>Insrael Institute of Technology

# Objetivo

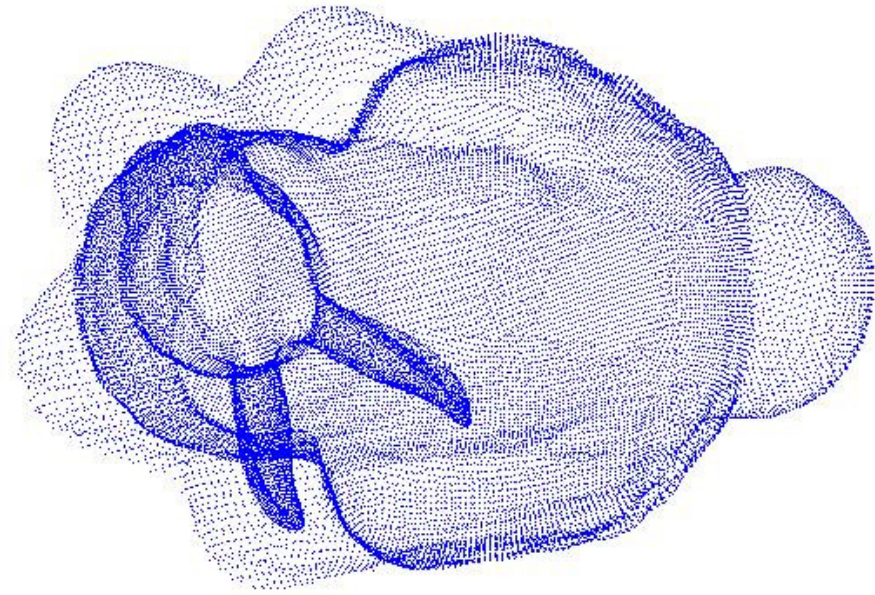
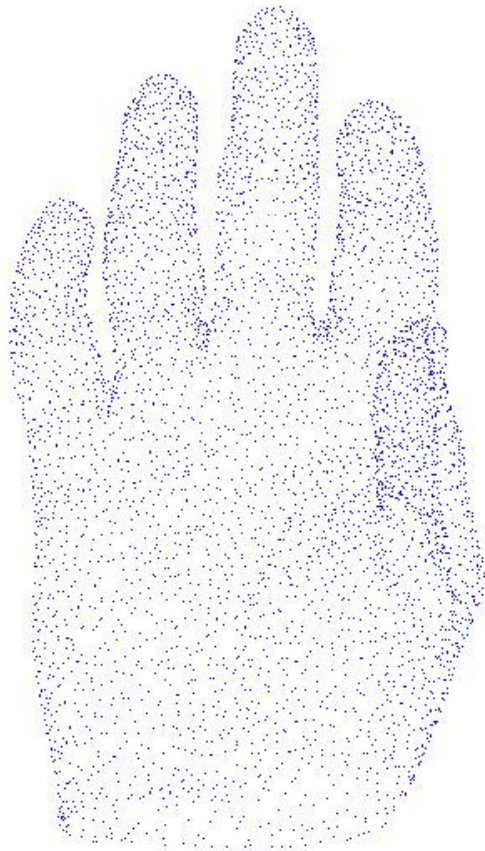
Calcular a visibilidade em nuvem de pontos utilizando o artigo *Direct Visibility of Point Sets* (Katz et al. 2007) como referência

# Visibilidade em Nuvem de Pontos

- Determinar quais pontos são visíveis a partir de uma dada posição de câmera.
- Exceto em casos especiais, não existe oclusão entre pontos.
- Visto como o maior desafio em renderização baseado em pontos (Sainz e Pajarola, 2004).

# Visibilidade em Nuvem de Pontos

- Dificuldade do problema



# Trabalhos Relacionados

- Pode ser calculada a partir da reconstrução da superfície (Hoppe et al., 2004)
  - Alto esforço computacional
  - Necessidade do vetor normal
  - Nuvem suficientemente densa
- O grande desafio é não utilizar a reconstrução no cálculo

# *Hidden Point Removal - HPR*

- Proposto em (Katz et al., 2007)
- Independente de renderização e reconstrução da superfície
- Não exige vetor normal associado a cada ponto
- Apresenta bons resultados mesmo para nuvem de pontos esparsas
- Complexidade assintótica  $O(n \log n)$



# *Hidden Point Removal - HPR*

- Entrada:
  - $P = \{ p_i \mid 1 \leq i \leq n \} \subset R^d$  nuvem de entrada
  - Posição de câmera  $C$
- Consiste basicamente de dois passos:
  1. Inversão da nuvem de pontos
  2. Extração do fecho convexo

# Hidden Point Removal - Inversão

- Há diversas maneiras de realizar a inversão
- (Katz et al., 2007) sugerem a utilização do *Sphere Flipping*
- *Sphere Flipping* reflete um ponto  $p_i \in P$  em relação a esfera de acordo com a seguinte equação:

$$\hat{p}_i = f(p_i) = p_i + 2(R - \|p_i\|) \frac{p_i}{\|p_i\|}.$$

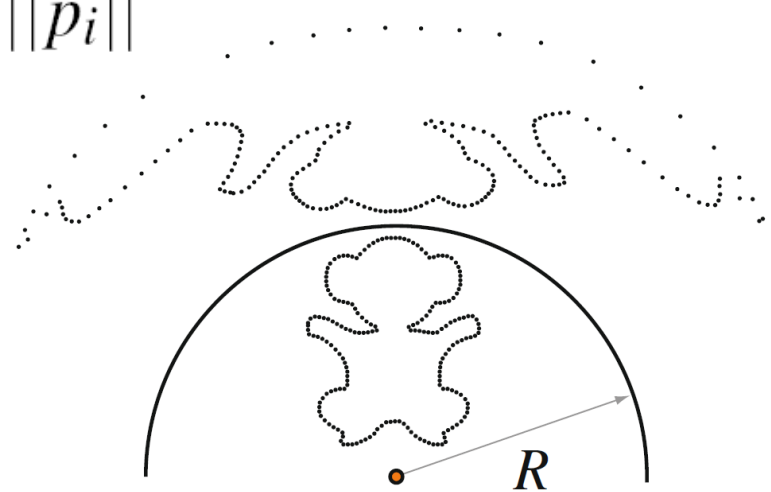
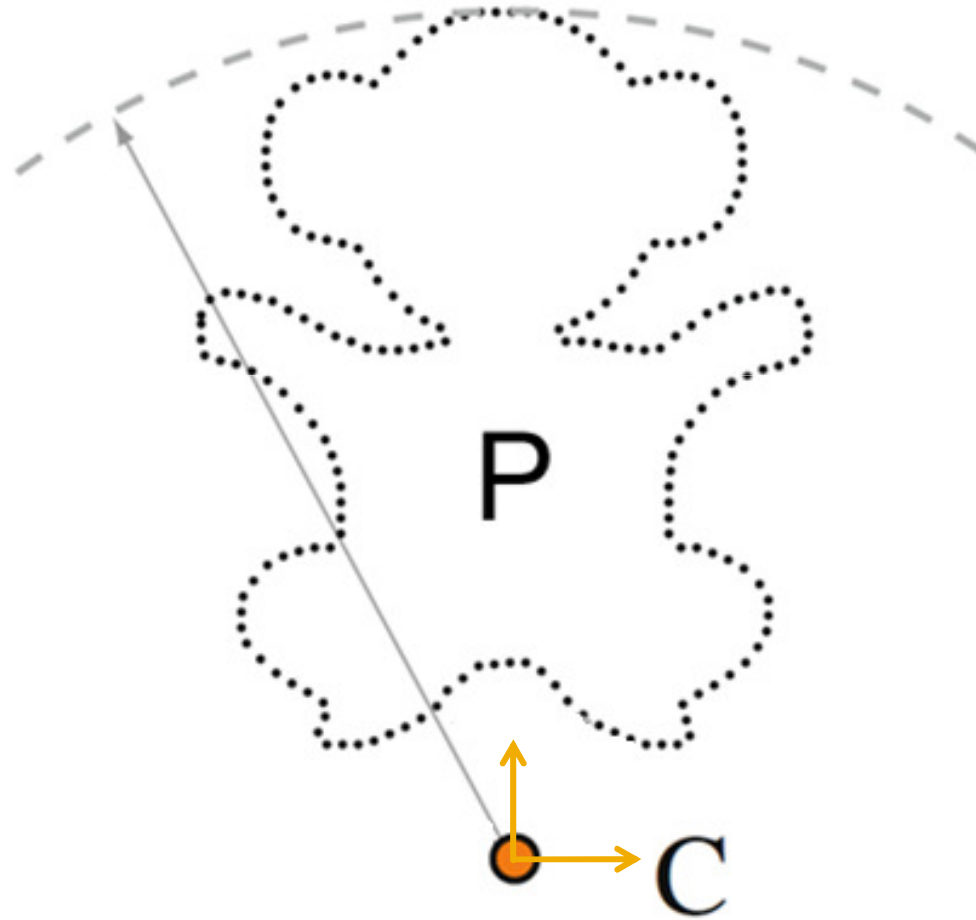


Imagem retirada de (Mehra et al., 2010)

# Hidden Point *Removal* – *Fecho Convexo*

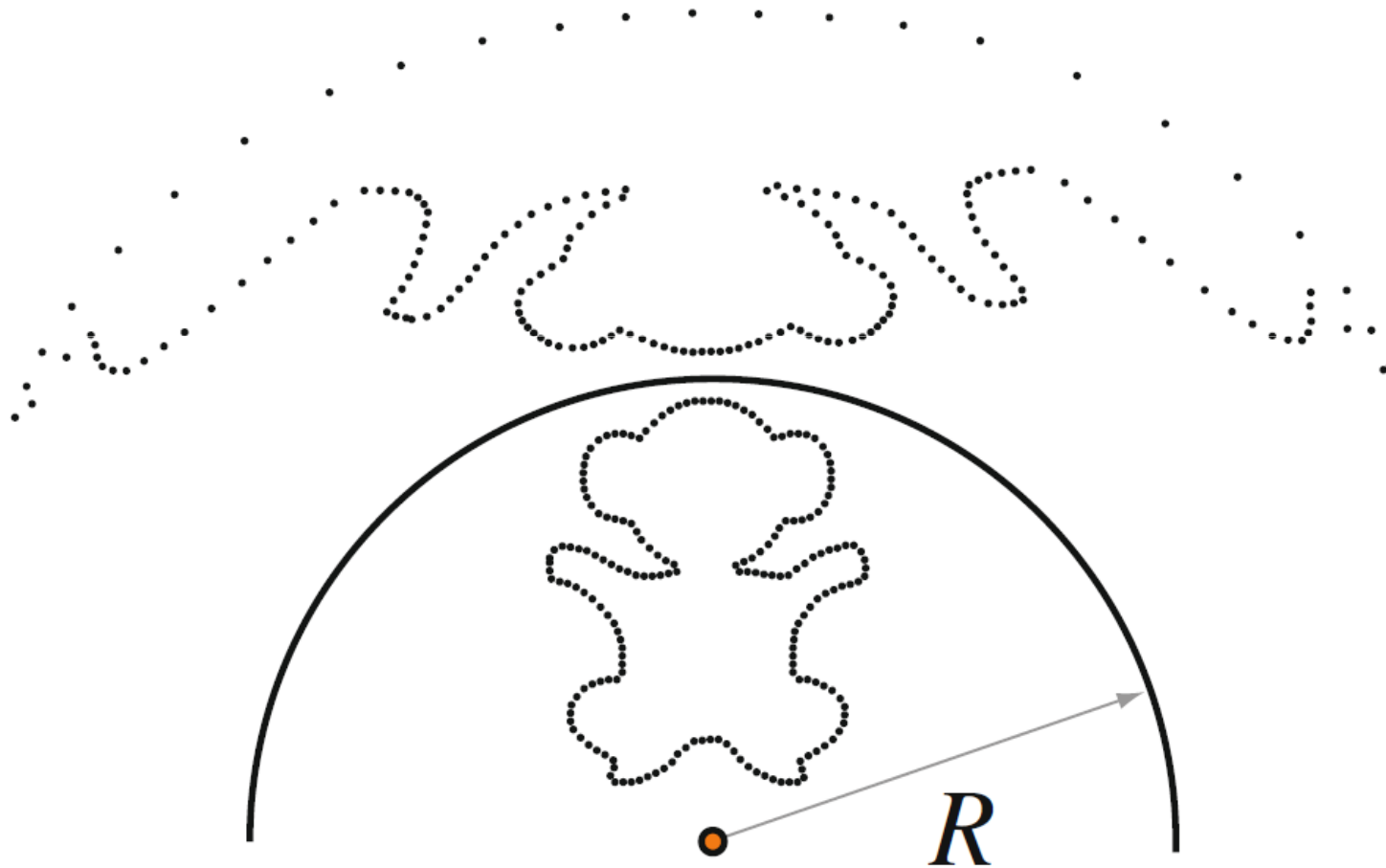
- Implementação do algoritmo incremental (Rourke, 1999)
- Seja  $\hat{P}$  a nuvem de pontos transformada de  $P$
- Calcula-se o fecho convexo de  $\hat{P} \cup \{C\}$
- Principal contribuição do artigo:
  - Um ponto  $p_i \in \hat{P}$  é considerado visível a partir de  $C$  se o seu ponto invertido  $p_i$  reside no fecho convexo  $P \cup \{C\}$

# HPR – Dados de entrada



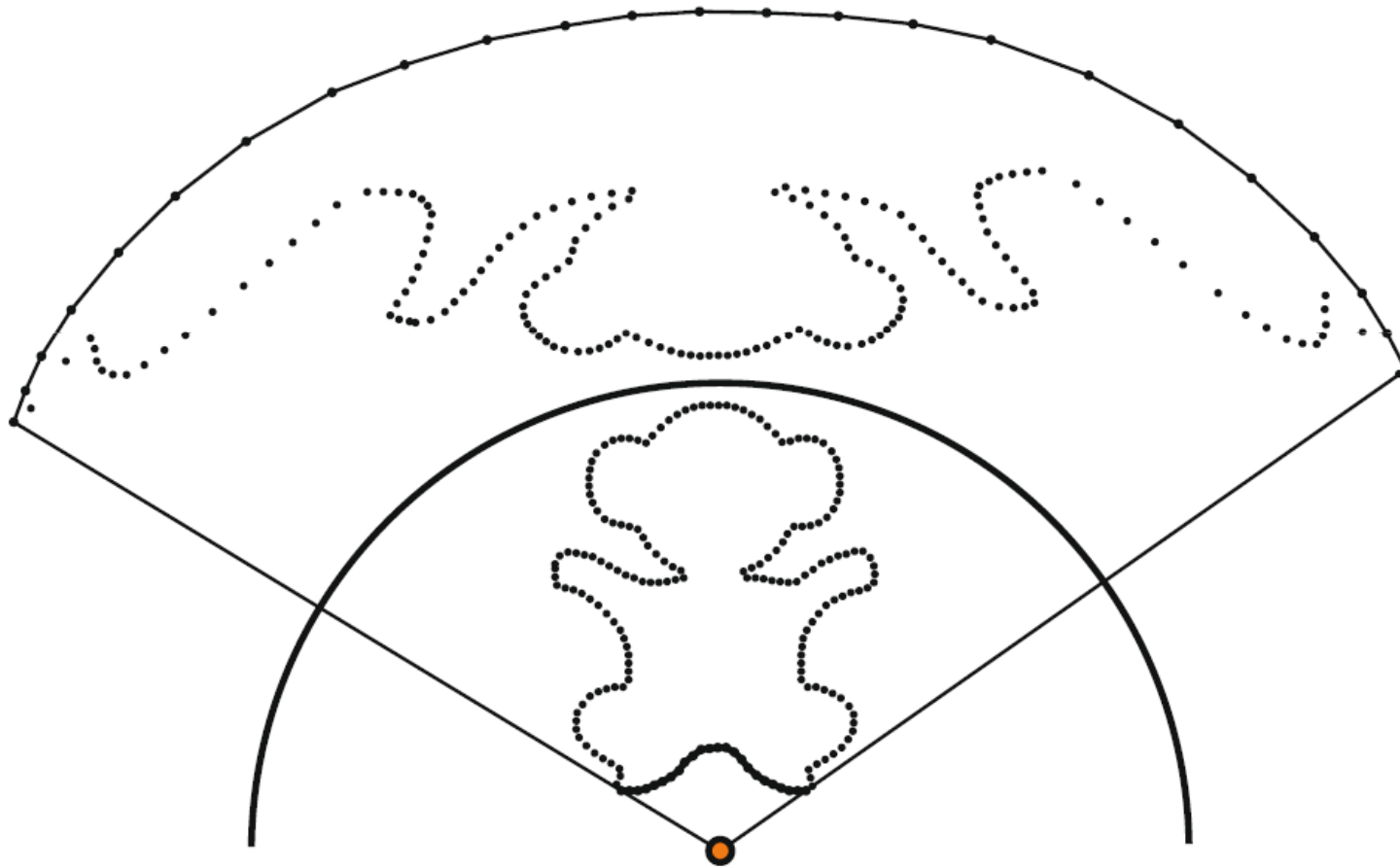
Nuvem de pontos  $P$  e uma câmera  $C$  (origem do sistema de coordenadas)

# HPR – Inversão



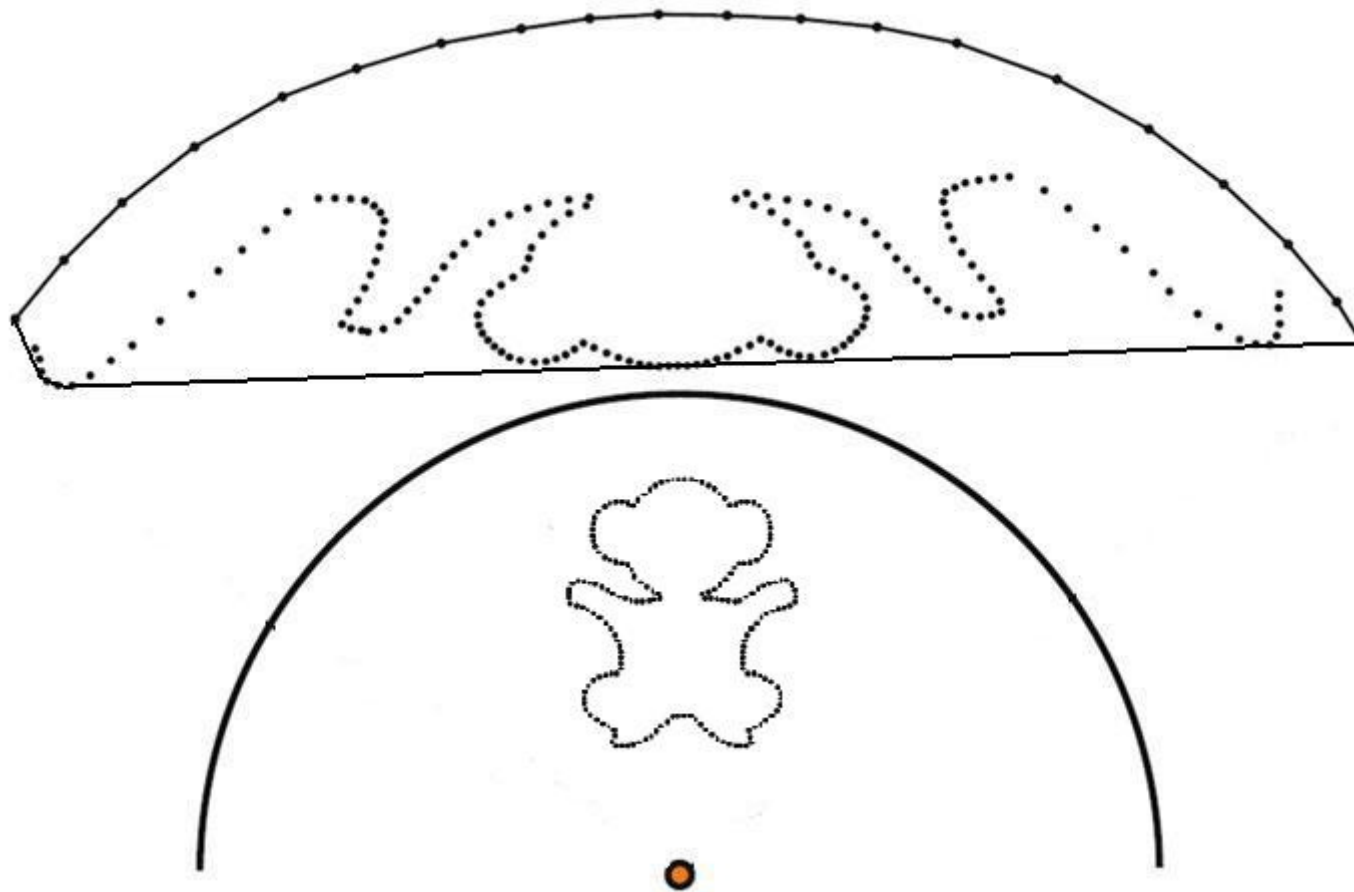
Raio da inversão  $R$

# HPR – Fecho Convexo



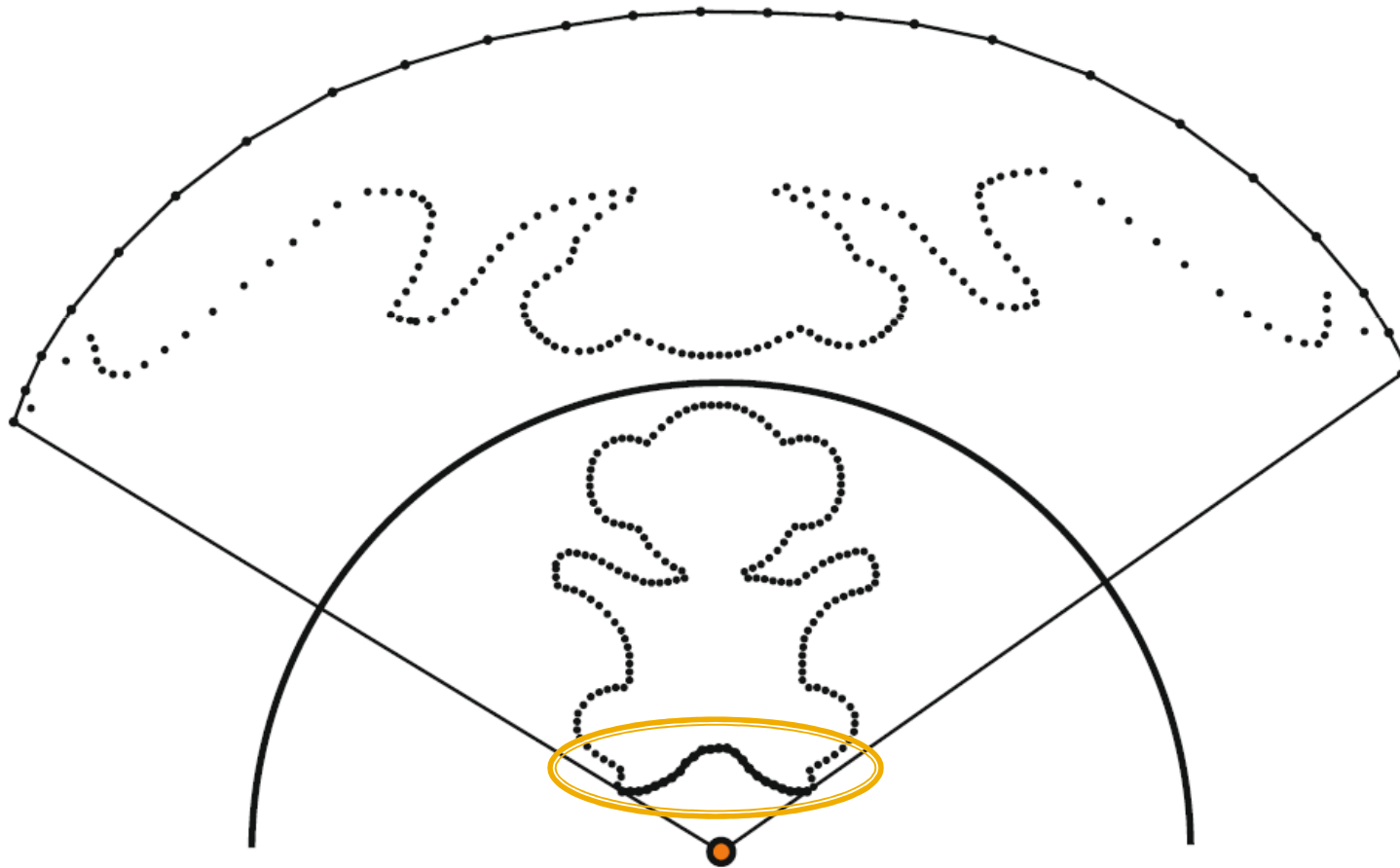
Calcula-se o fecho convexo de  $\hat{P} \cup \{C\}$

# HPR – Fecho Convexo



Calculo do fecho convexo de  $\hat{P}$

# HPR – Fecho Convexo



$P_i$  é considerado visível se  $p_i$  fizer parte do resultado do fecho convexo



# Limitações

- Regiões com alta curvatura

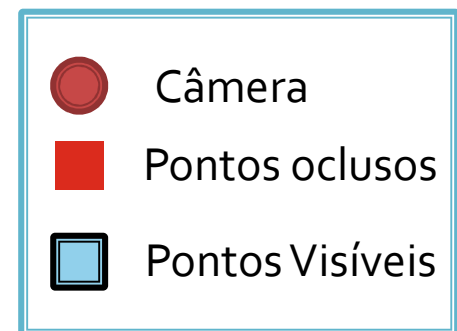
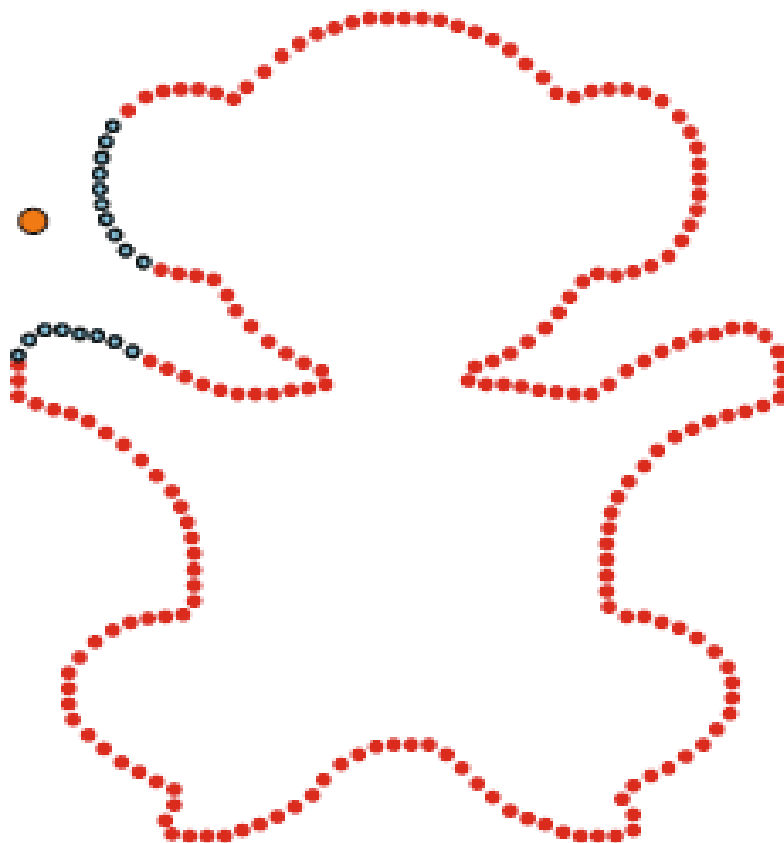
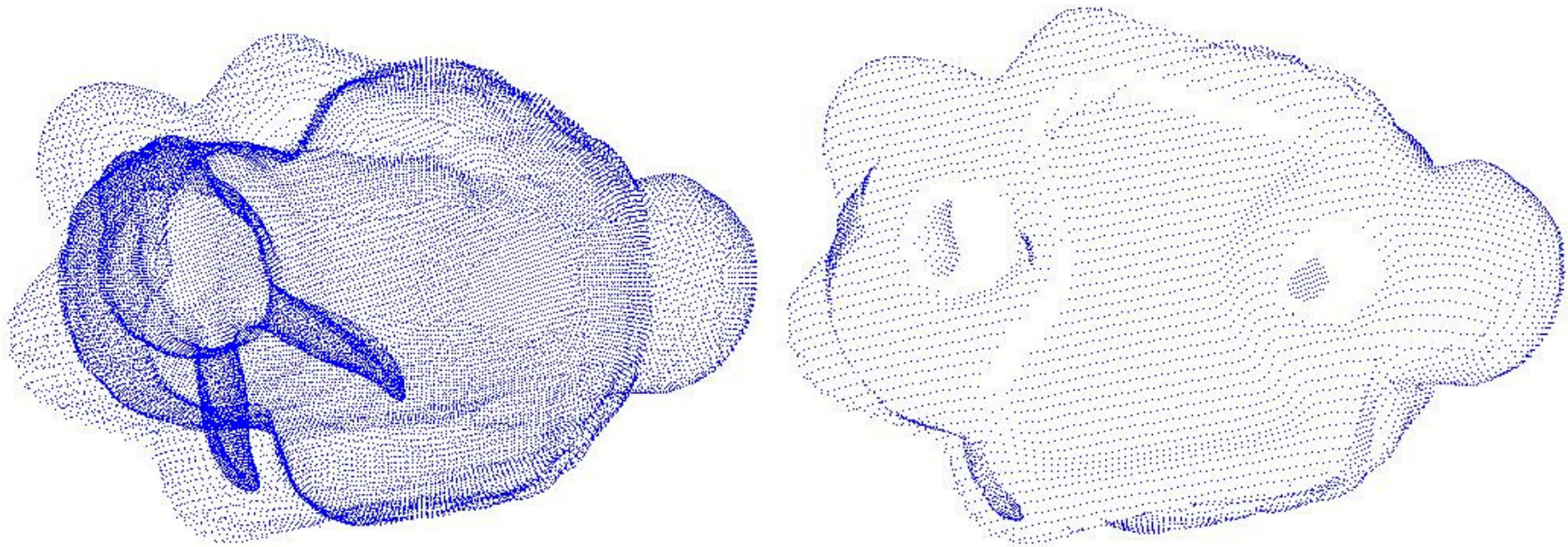


Imagem retirada de (Mehra et al., 2010)

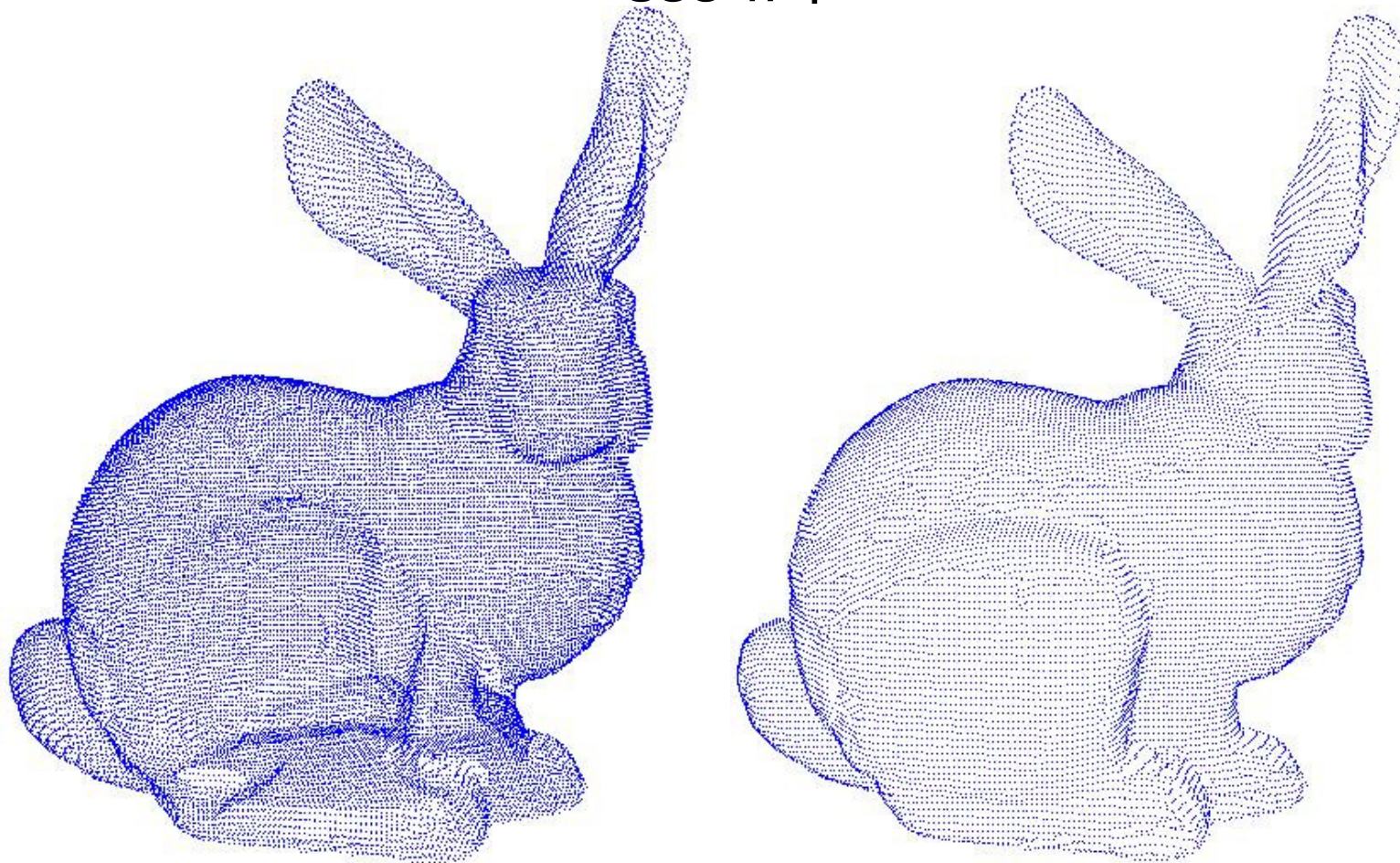
# Resultados

- Modelo do coelho – 35947 pontos



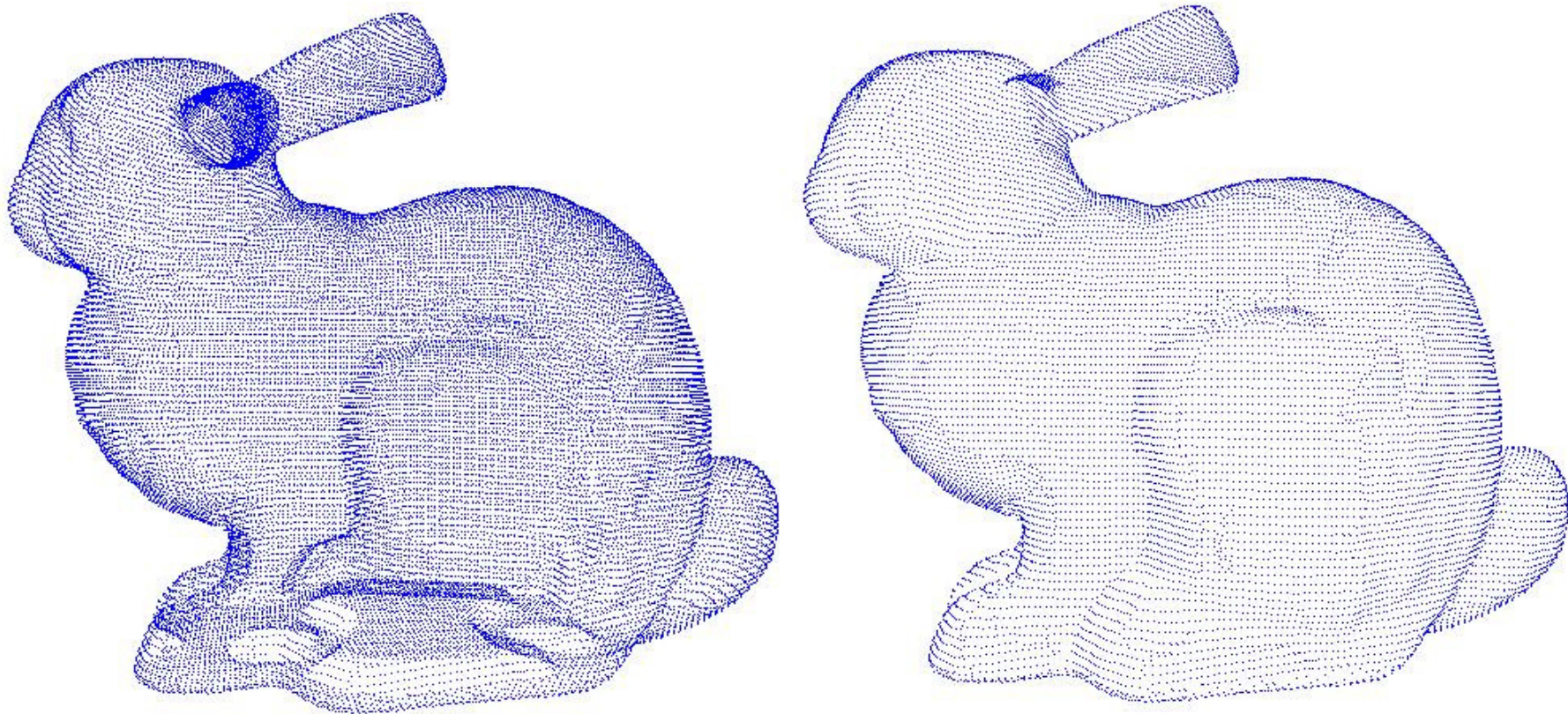
# Resultados

- Modelo do coelho – 35947 pontos



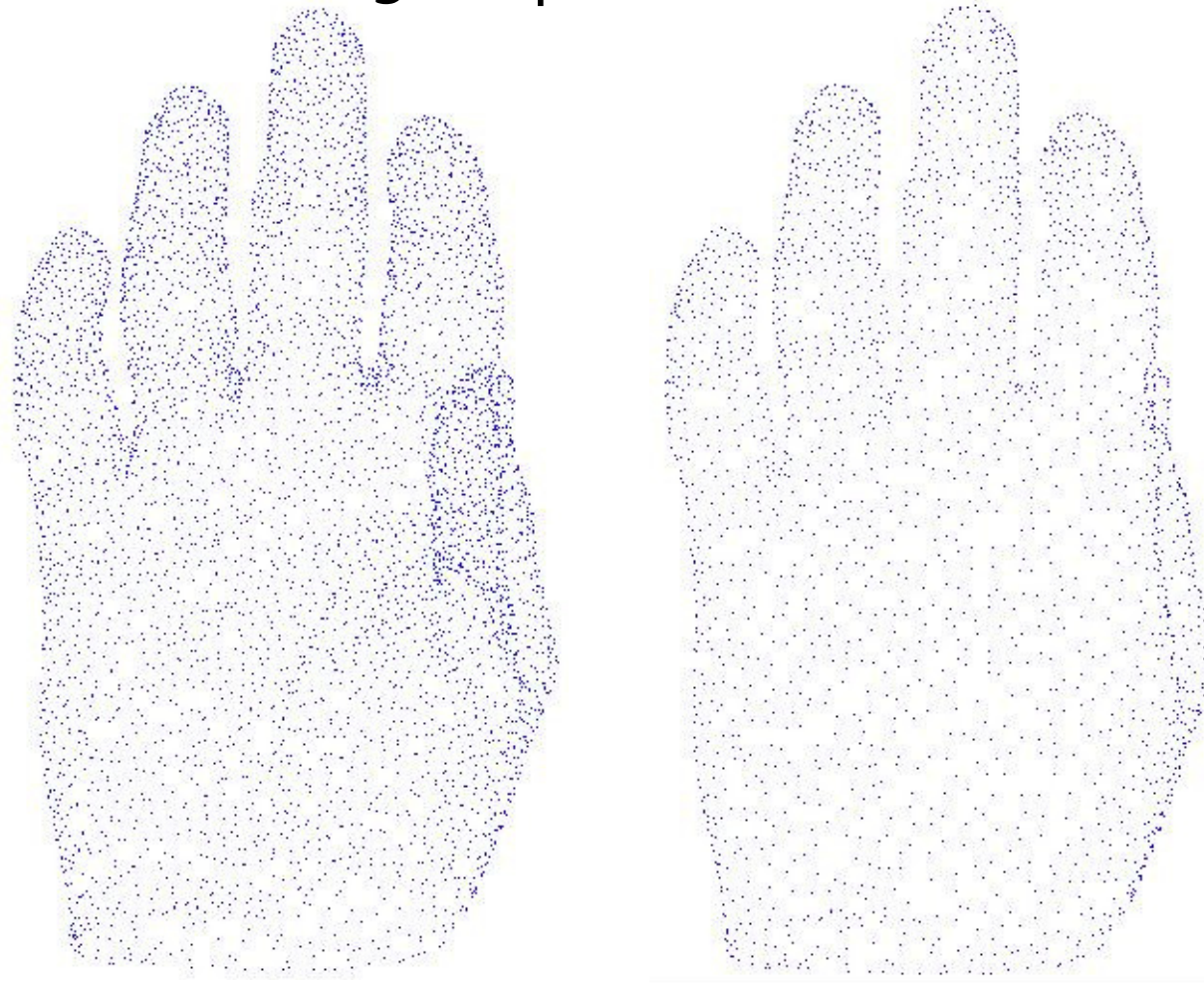
# Resultados

- Modelo do coelho – 35947 pontos



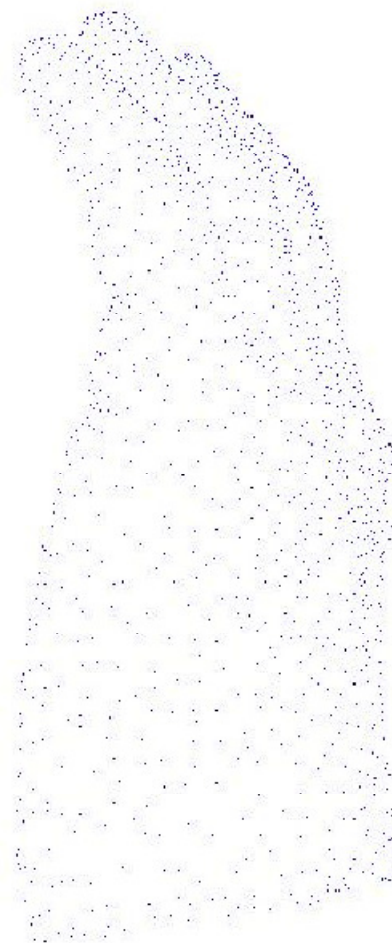
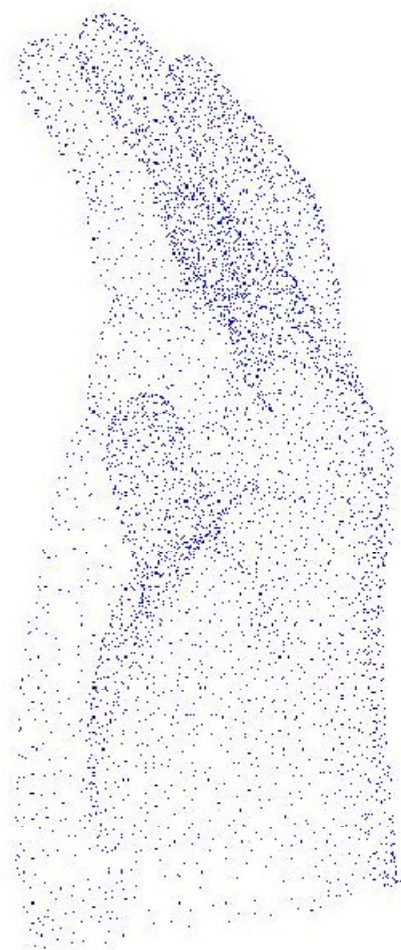
# Resultados

- Modelo da mão – 3160 pontos



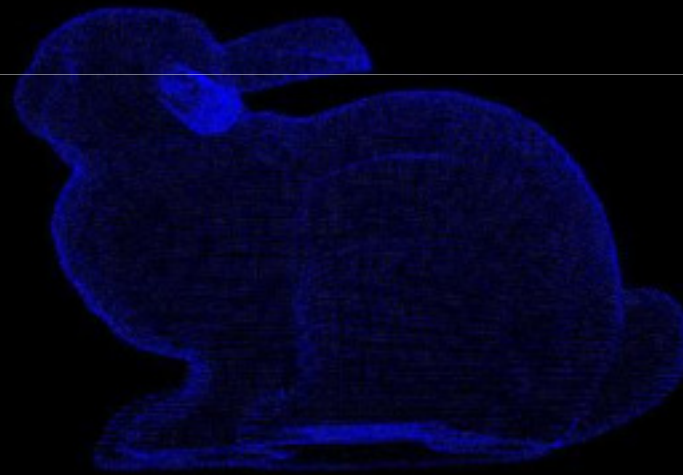
# Resultados

- Modelo da mão – 3160 pontos



# Resultados

Visibilidade em nuvem de pontos



Chrystiano Araújo

# Conclusão e Trabalhos Futuros

- A técnica utilizada apresentou bons resultados
- Resultados equivalentes ao artigo de referência
- Dependência do Raio da inversão
- Necessidade de uma implementação do fecho convexo em placa gráfica



# Referência

- H. Hoppe, T. DeRose, T. Duchamp, J. McDonald e W. Stuetzle - Surface reconstruction from unorganized points. In SIGGRAPH Comput. Graph, 1992.
- S. Katz, G. Leifman e A. Tal – Mesh segmentation using feature point and core extraction. The visual computer, 2005.
- S. Katz, A. Tal e R. Basri – Direct visibility of point sets. ACM Trans. Graph, 2007.
- B. Mederos, N. Amenta, L. Velho e L. Figueiredo – Surface reconstruction from noisy point clouds. Eurographics Symposium on Geometry Processing, 2005.
- R. Mehra, P. Tripathi. A. Sheffer e J. Niloy – Visibility of Noisy Point Cloud Data. IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications.
- J. Rourke – Computational Geometry in c. Cambridge, 1999.
- M. Sainz e R. Pajarola – Point-based rendering techniques. Computer Graphics, 2004.
- I.Wald e H. Seidel – Interactive ray tracing of point-based models. ACM SIGGRAPH Sketches, 2005.

# Dúvidas

