

# “Reconstrução” 3D com Múltiplas Imagens (T2)

Prof. Anderson Rocha

**Deadline:** 30 de Setembro, 2025

**Observação:** É **permitido** (e recomendado) o uso de bibliotecas existentes (p.ex., *COLMAP*, *OpenMVG/OpenMVS*, *OpenCV*, *Open3D*, *MeshLab*, *Ceres*, *g2o*), desde que o relatório detalhe o pipeline, parâmetros relevantes e análises.

## Objetivo Geral

Aplicar conceitos de Visão Computacional para **reconstruir um modelo 3D** (nuvem de pontos e/ou malha) de um objeto/cena a partir de múltiplas imagens, desenvolvendo competências em extração de características, emparelhamento, geometria epipolar, estimação de pose, triangulação e (opcionalmente) densificação/malha/texturização.

## Formação dos Grupos

- Grupos de **quatro ou cinco** pessoas.

## Entregáveis

1. **Relatório técnico** completo de até **6 páginas** (PDF).
2. **Modelo 3D gerado automaticamente:** nuvem de pontos esparsa (obrigatória) e, se possível, nuvem densa e/ou *mesh* texturizada. Deve ser **demonstrado em aula** (vídeo de navegação de 30–60s).
3. **Apresentação oral** (20–25 minutos) com *slides*.
4. **Opcional:** breve vídeo explicando a técnica/pipeline (até 10 min).

## Etapas do Trabalho

### Etapa 1 — Coleta das Imagens e Preparação

- Capturar um conjunto de imagens com **sobreposição de 60–80%**, variação angular e de altura; ambiente com **luz difusa** e fundo com textura.
- Quantidade sugerida: **40–120** fotos (pode variar conforme o objeto).
- Fixar foco/exposição quando possível; evitar superfícies muito reflexivas ou translúcidas.
- (Opcional) Inserir referência de **escala** (régua ou *checkerboard*) para recuperar unidade métrica.
- No relatório: ambiente, dispositivo, #fotos, EXIF (se relevante), estratégia de captura e desafios.

## Etapa 2 — Detecção e Extração de Características

- Utilizar detectores/descriptores como **SIFT**, **ORB** ou **AKAZE**.
- **Visualizar** keypoints por imagem.
- **Comparar** pelo menos **dois** detectores/descriptores e **justificar** a escolha final.

## Etapa 3 — Emparelhamento e Geometria Epipolar

- Emparelhar *features* entre pares de imagens (p.ex., *FLANN* ou *Brute Force*) com **ratio test de Lowe** e, se necessário, verificação cruzada.
- Estimar **F/E com RANSAC**; recuperar **poses das câmeras** ( $R, t$ ) e **triangular** pontos 3D iniciais.
- Exibir amostras de **correspondências inliers** e, quando conveniente, linhas epipolares.

## Etapa 4 — Reconstrução 3D e (Opcional) Densificação/Malha

- Executar **SfM** para obter a **nuvem esparsa** e as poses de câmera (p.ex., via COLMAP ou similar).
- (Opcional) Executar **MVS** para **densificar** a nuvem de pontos.
- (Opcional) Gerar **malha** e **texturização** (p.ex., *Poisson/BPA + texturing*).
- Visualizar e, se necessário, limpar/ajustar (*Open3D/MeshLab*): remoção de *outliers*, *downsample*, *crop*.

## Etapa 5 — Avaliação, Demonstração e Relatório

- Reportar **métricas**: **erro de reprojeção** (média/mediana), número de **pontos esparsos/densos**, **densidade** (pontos/m<sup>2</sup> aprox.) e **completude** qualitativa.
- Fazer uma **ablative study** simples: variar **detector/descritor** ou **thresholds do RANSAC** e discutir impacto.
- Entregar **vídeo** curto (30–60s) orbitando o modelo e **repositório reproduzível** (`run.sh` chamando a pipeline + script de visualização).

## Critérios de Avaliação

Critério	Peso
Qualidade técnica do modelo 3D	30%
Clareza e profundidade do relatório e apresentação	20%
Participação equilibrada e apresentação	30%
Criatividade ou desafios enfrentados	20%

## Extras (Opcional)

- Recuperar **escala absoluta** (calibração plana de Zhang ou objeto de escala conhecido).
- Marcar **poses das câmeras** no espaço 3D e exportar **GLB/OBJ** para visualização web.
- Tratar **casos difíceis**: baixa textura, iluminação desafiadora, oclusões, superfícies brilhantes.
- Comparar *patch-match* vs. métodos alternativos de densificação (*quando* aplicável).