

PAV

NERD LAB

Open Heritage no PAV
Oficinas de Formação 2020

Introdução à Fotogrametria

Nelson Gonçalves

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos

2. Utilidade da fotogrametria

3. Open Source, Open Data e Open Access

4. Software de fotogrametria

Fotogrametria é a ciência-técnica-arte de fazer medições (dimensões, formas e posições de objetos e ambientes) a partir de fotografias.

...analógica, analítica ou digital; aérea, terreste/curta-distância (Close-Range); estereofotogrametria; videogrametria; cartográfica/mapping ou não-cartográfica (biomecânica, videojogos, vfx, património, etc.); ...

Gerações

câmera fotográfica + avião + computador

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos

2. Utilidade da fotogrametria

3. Open Source, Open Data e Open Access

4. Software de fotogrametria

Fotogrametria é tão antiga quanto a fotografia. No entanto os seus princípios são bem mais antigos...

1889: Carl Koppe publica primeiro manual de fotogrametria.

(No Model.)

2 Sheets—Sheet 1.

C. B. ADAMS.

METHOD OF PHOTOGRAMMETRY.

No. 510,758.

Patented Dec. 12, 1893.

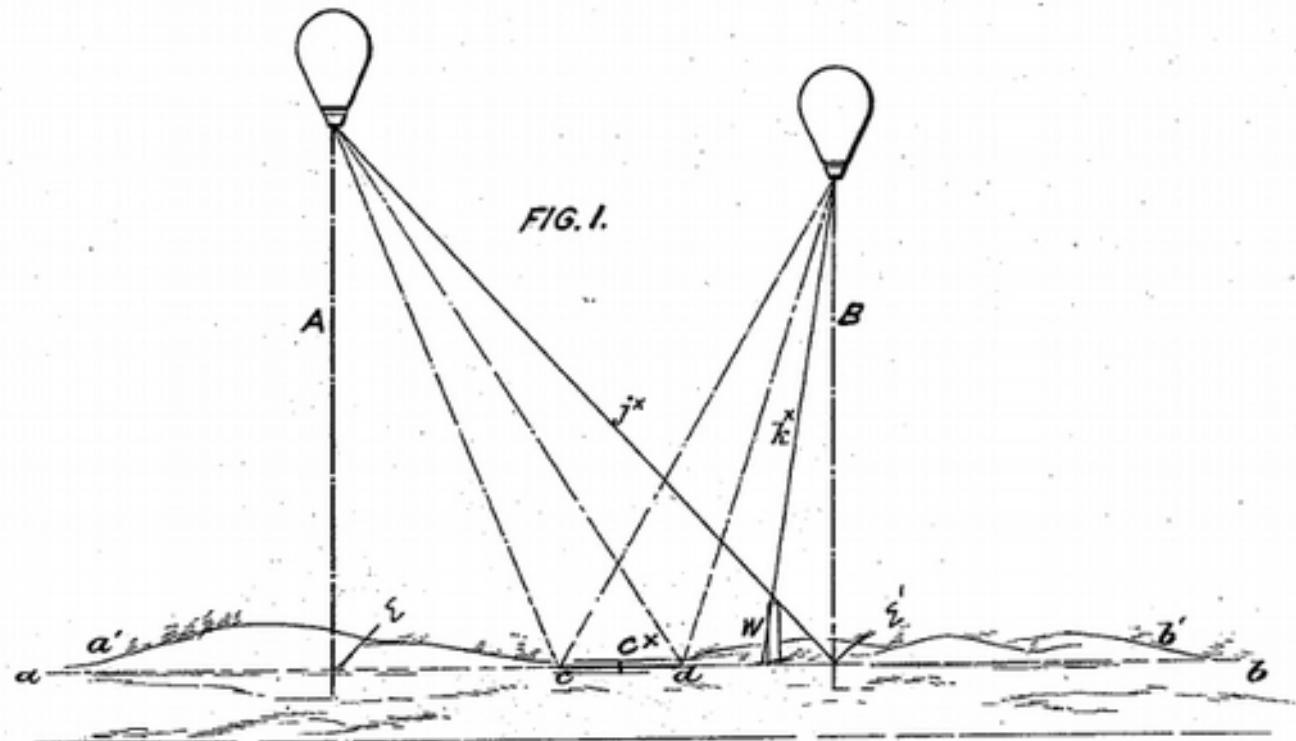


Imagen disponível em <http://www.pbcgis.com/topography/>

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

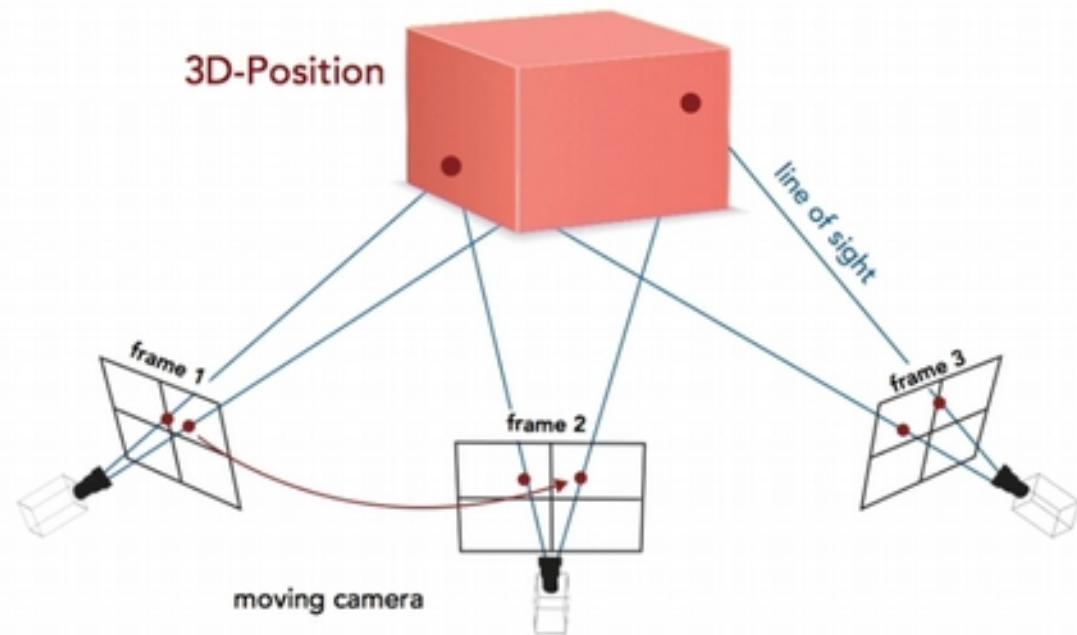
1. História e fundamentos

2. Utilidade da fotogrametria

3. Open Source, Open Data e Open Access

4. Software de fotogrametria

Fotogrametria digital de curta-distância (>300m), terrestre, para reconstrução 3D de objetos através da técnica SfM (Structure from Motion) com software Open Source (Meshroom).



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

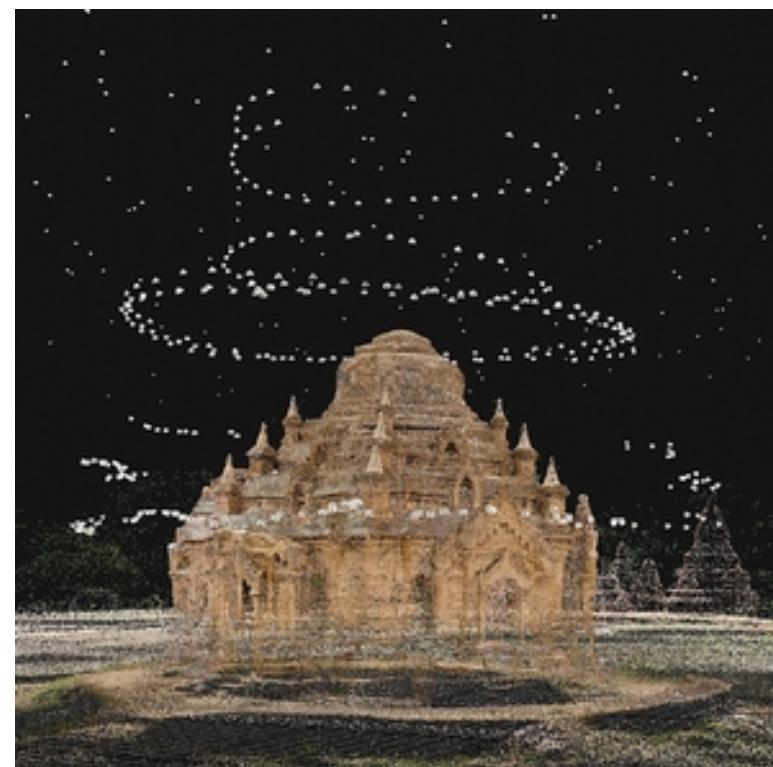
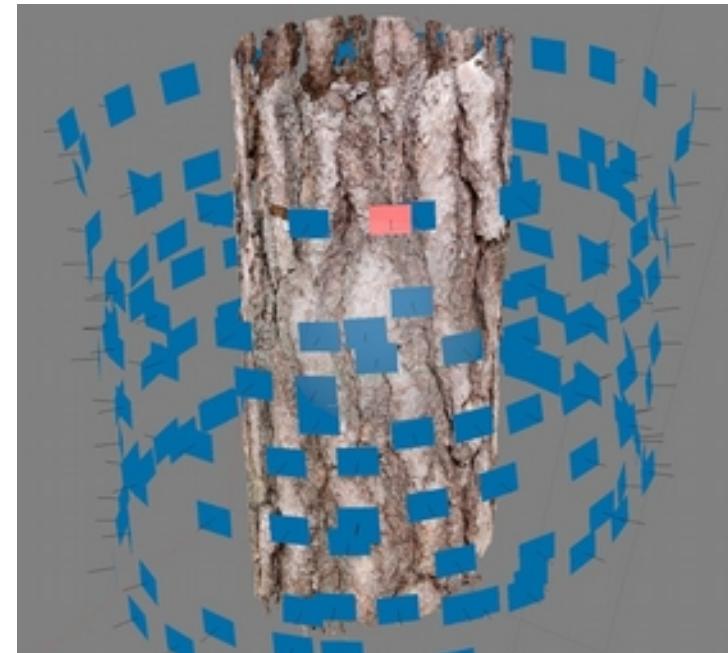
1. História e fundamentos

2. Utilidade da fotogrametria

3. Open Source, Open Data e Open Access

4. Software de fotogrametria

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



<https://magazine.substance3d.com/go-scan-the-world-photogrammetry-with-a-smartphone/>
<https://dl.acm.org.org/doi/full/10.1145/3290410>

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria



<https://www.google.com/maps>

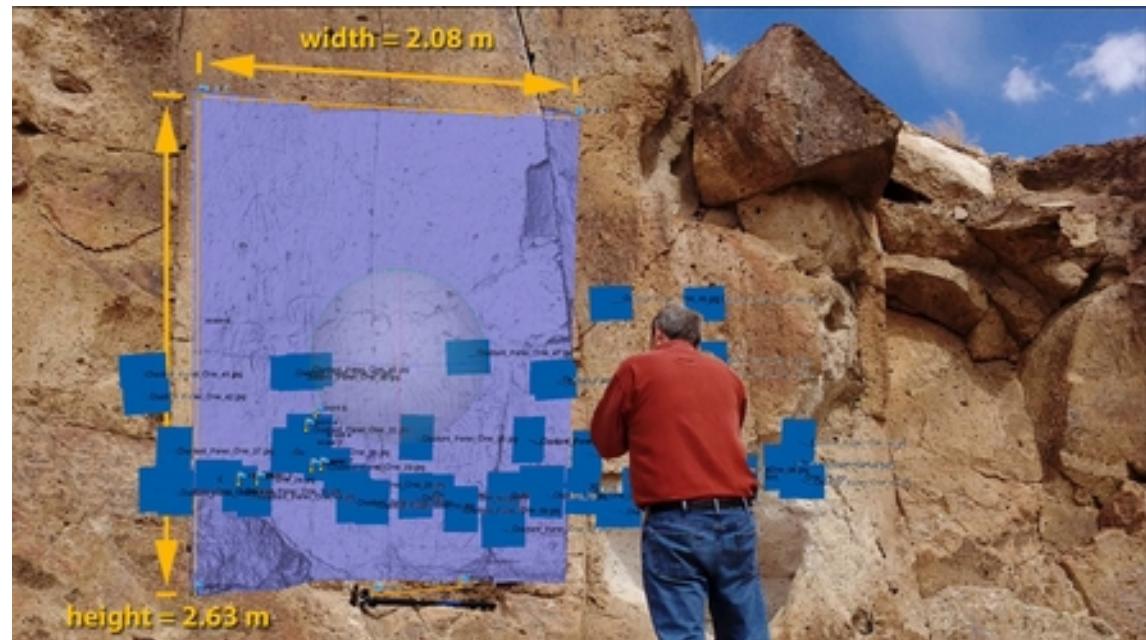


Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

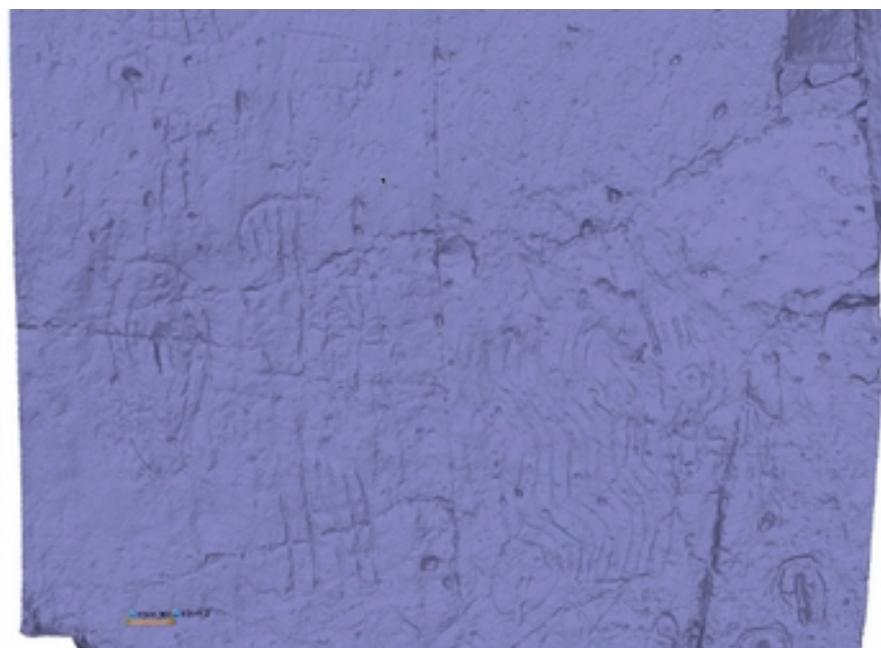
1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria

Documentação, análise, reconstrução, preservação e divulgação do património.



<https://vimeo.com/99187767>

Owens Valley, Califórnia

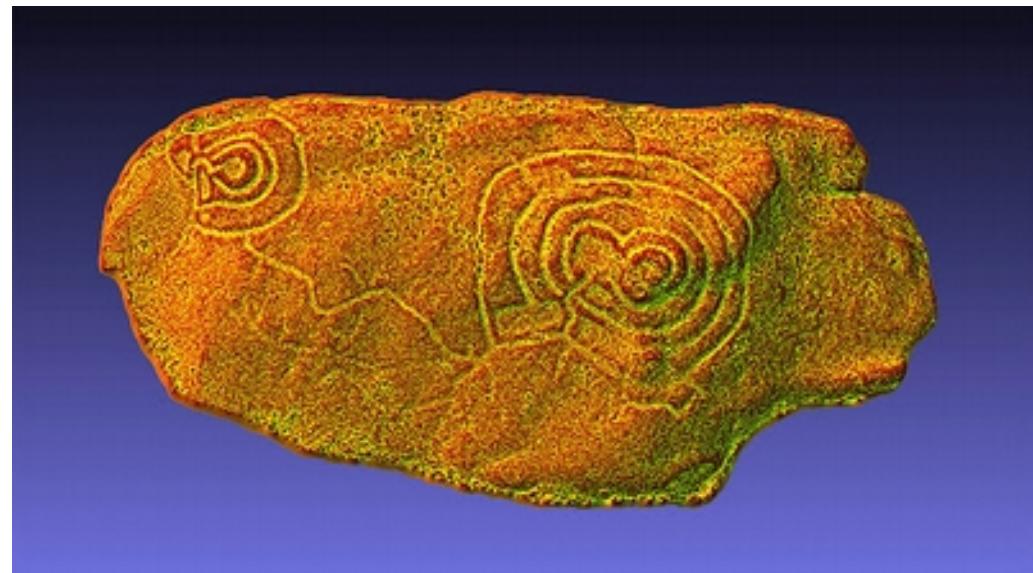


Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

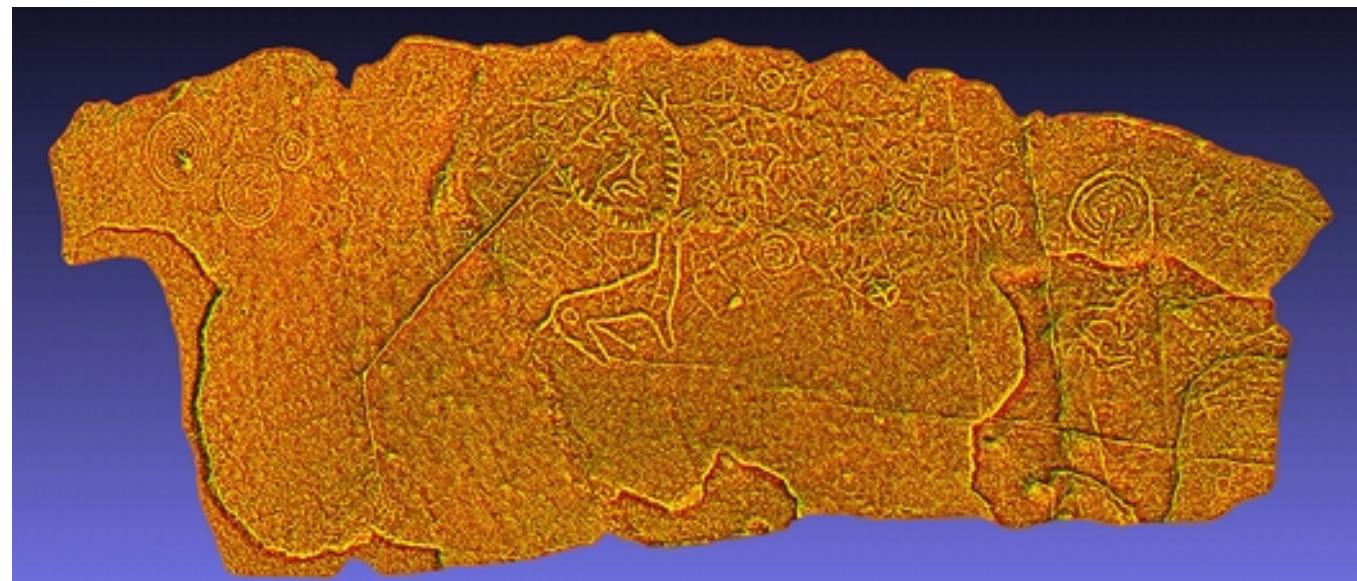
Introdução

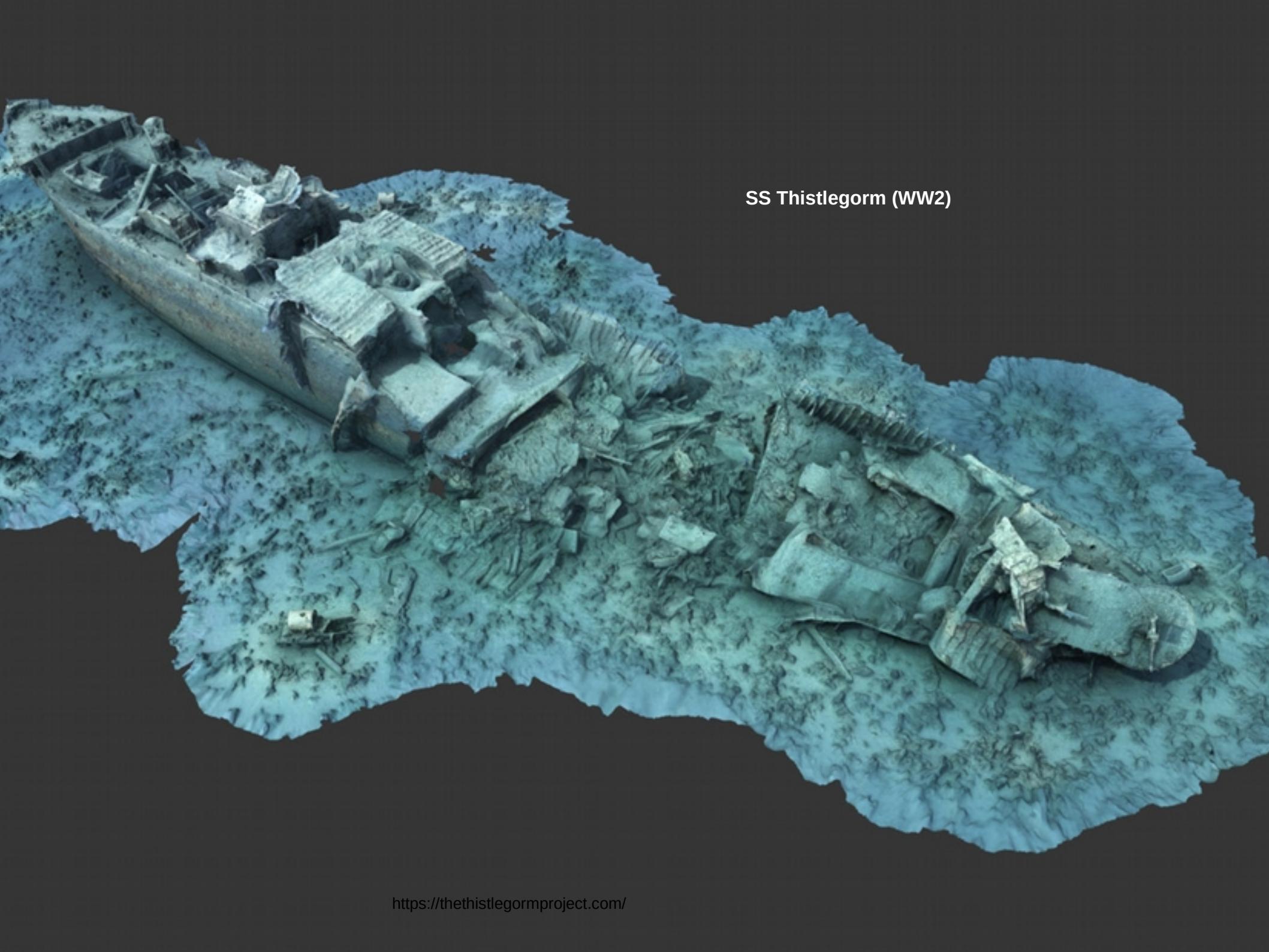
1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria

Documentação, análise, reconstrução, preservação e divulgação do património.



Arte rupestre na Galiza (Campo Lameiro)





SS Thistlegorm (WW2)

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria



+200 fotografias (5464x3640)

2 círculos com drone

Meshroom > Blender

<https://www.instagram.com/p/B4AgSuhIJid/>

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria



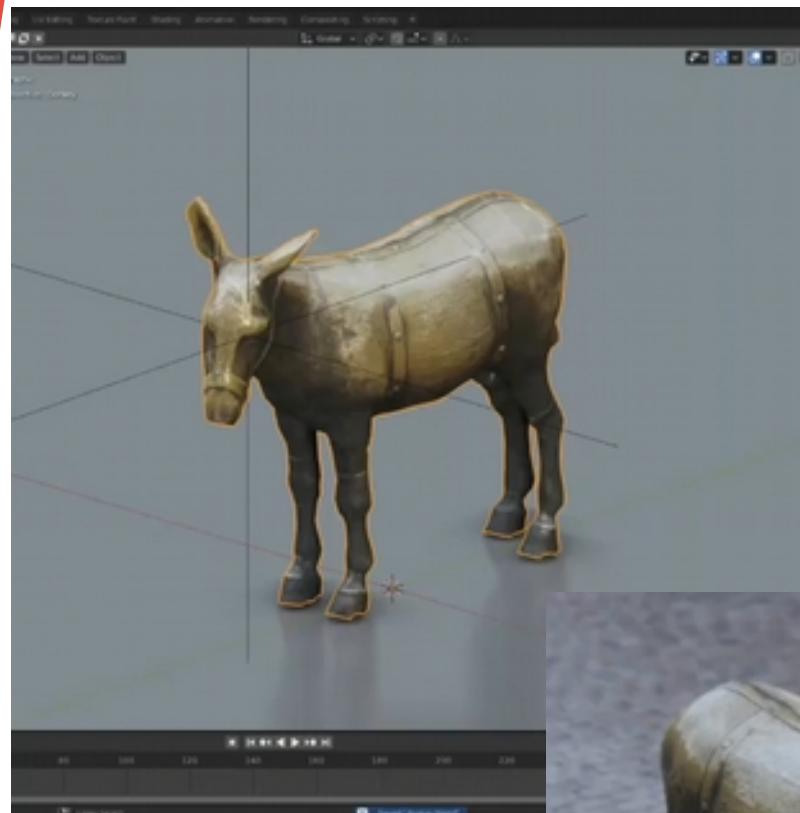
Open Heritage (Cyark)

Meshroom > Blender Eevee

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos
- 2. Utilidade da fotogrametria**
3. Open Source, Open Data e Open Access
4. Software de fotogrametria



Meshroom > Blender



<https://www.instagram.com/p/B7p18V0jzNS/>

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

1. História e fundamentos
2. Utilidade da fotogrametria
- 3. Open Source, Open Data e Open Access**
4. Software de fotogrametria



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Introdução

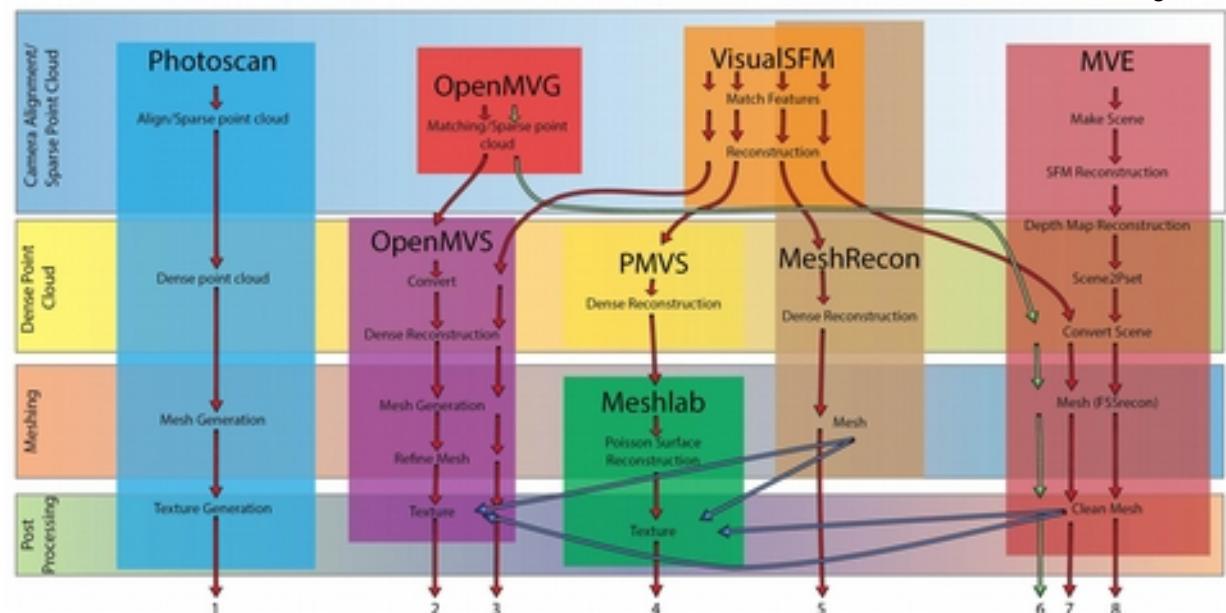
1. História e fundamentos
2. Utilidade da fotogrametria
3. Open Source, Open Data e Open Access
- 4. Software de fotogrametria**

Proprietários: RealityCapture (250 Euros/1m), Agisoft Metashape (179 USD), 3DF Zephyr (150Euros), etc.

Límite nº de imagens, nº de instalações, sem suporte drone, suporte/updates limitado, etc.

Free & Open Source: Colmap, Meshroom, MicMac, Regard3D, VisualSFM, OpenMVG, etc.

Peter Falkingham



Qualidade e FULL PIPELINE, Windows e Linux, desenvolvimento, versátil.

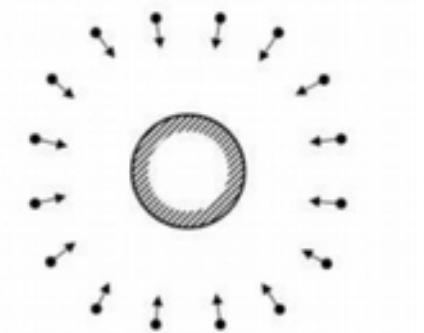
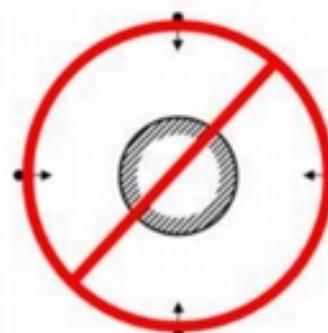
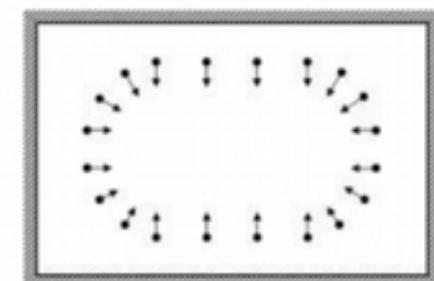
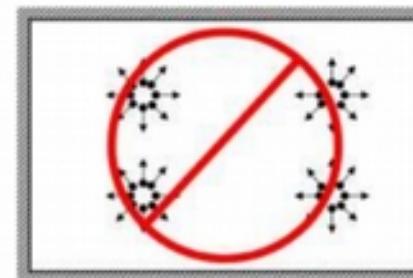
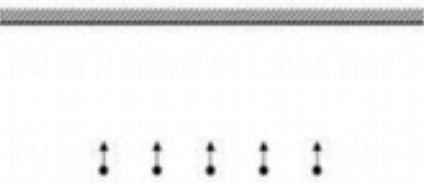
E problemas?

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Captura de dados

1. Estratégias de captura

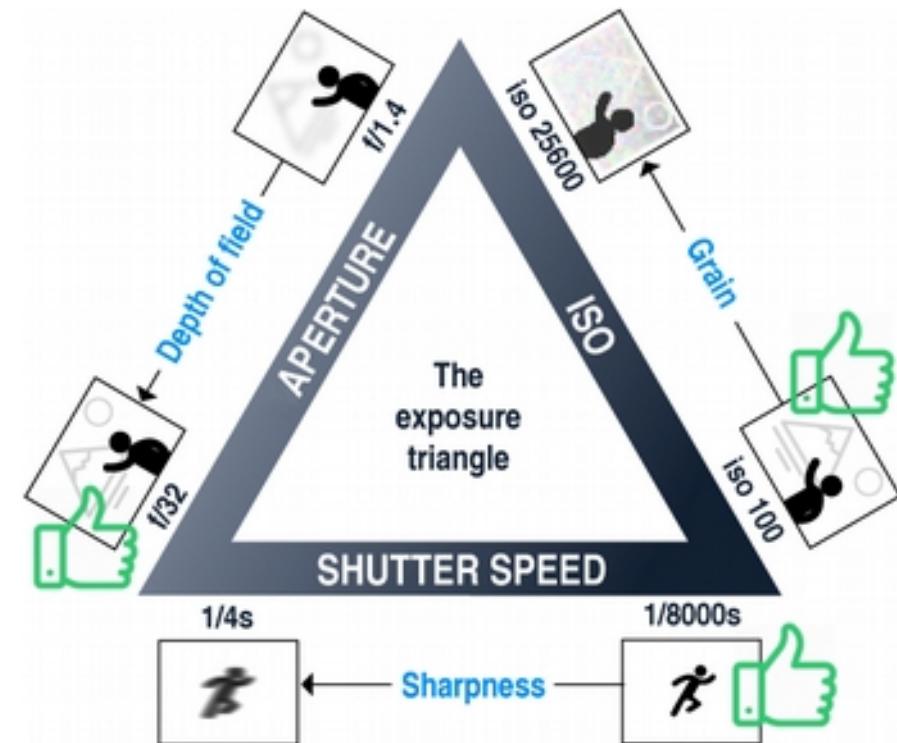
2. Recomendações
para levantamento
fotogramétrico



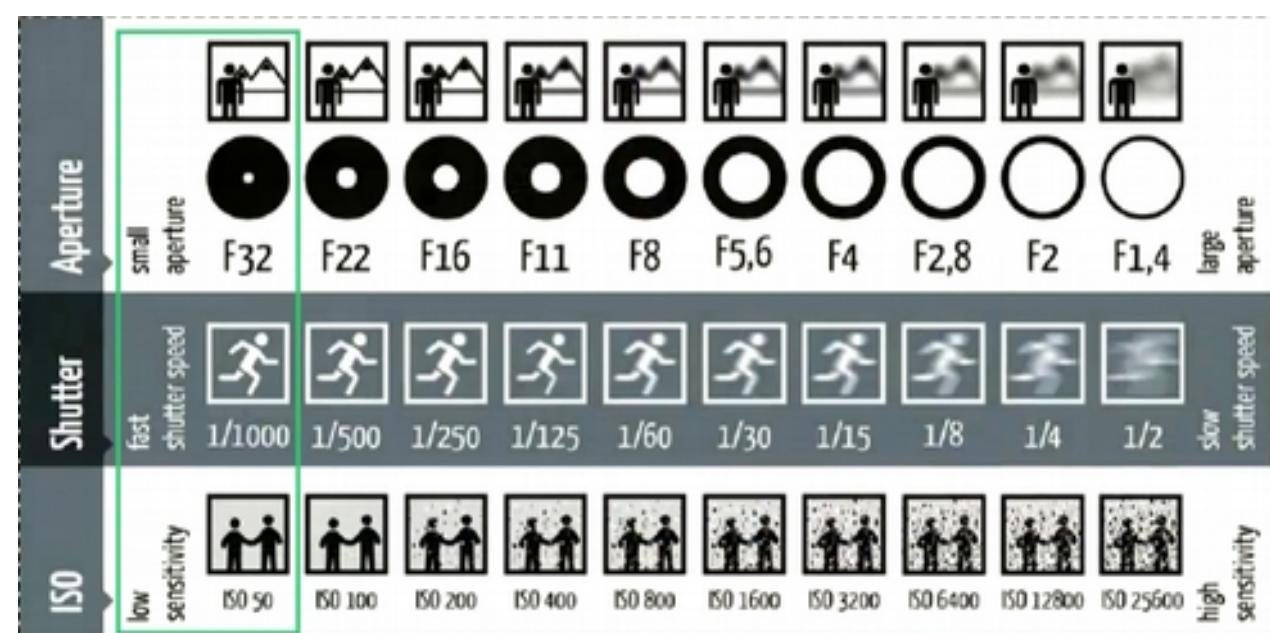
Introdução à FOTOGRAFOMETRIA

Captura de dados

1. Estratégias de captura
2. Recomendações para levantamento fotogramétrico



<https://sketchfab.com/blogs/community/tutorial-meshroom-for-beginners/>



CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Captura de dados

1. Estratégias de captura

2. Recomendações para levantamento fotogramétrico



ISO baixo, Velocidade alta e pouca abertura (acima de f8.0)

Pouco fundo, boa focagem e fixa.

Sobrepor 2/3 (50%-80%) mas não repetir. 3 circuitos (baixo, médio, cima)

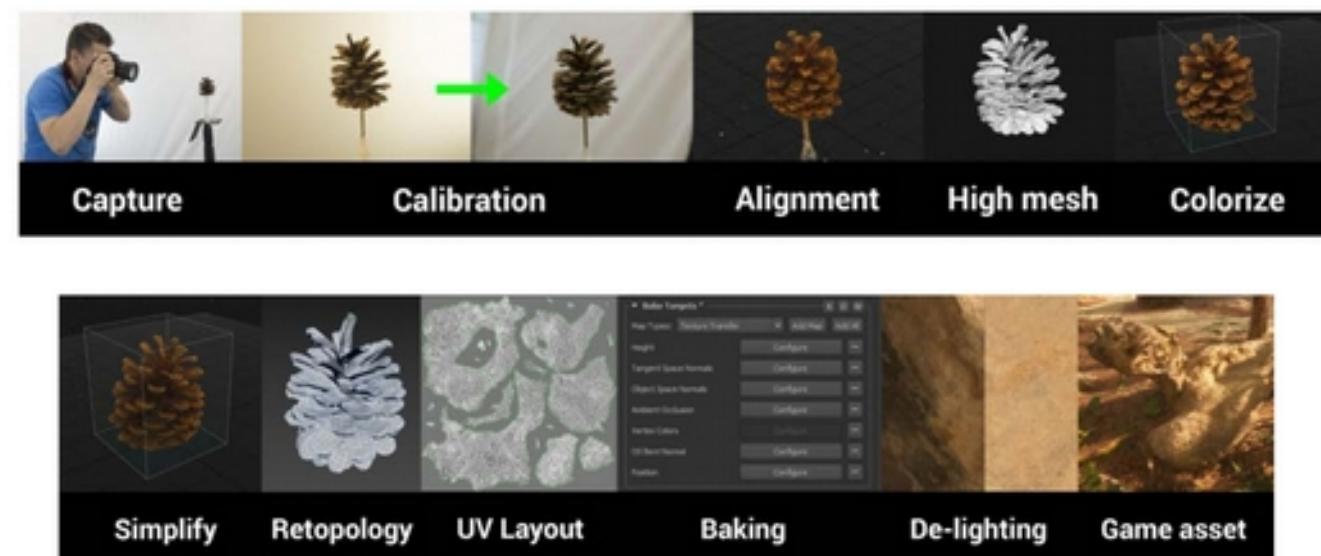
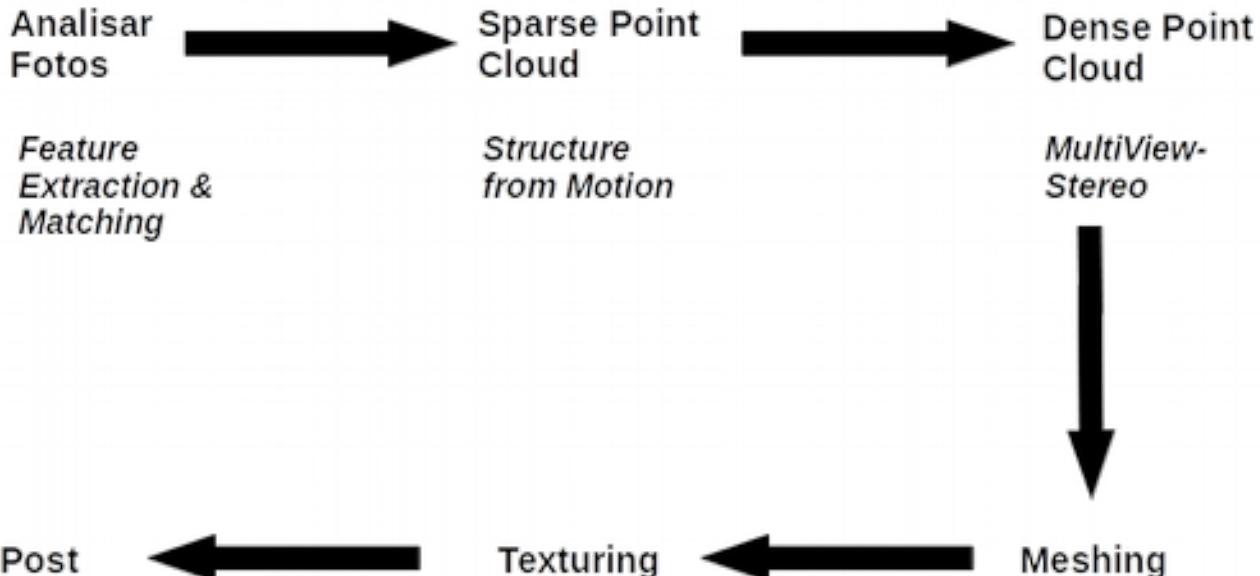
Evitar luz solar direta (hard shadows) e iluminação similar (rapidez na captura)

Sem movimentos, brilhos/reflexos, transparências.

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

1. Processo fotogramétrico
2. Interface e ambiente de trabalho
3. Principais ferramentas e interação básica
4. Pós-processamento



Unity-Photogrammetry-Workflow

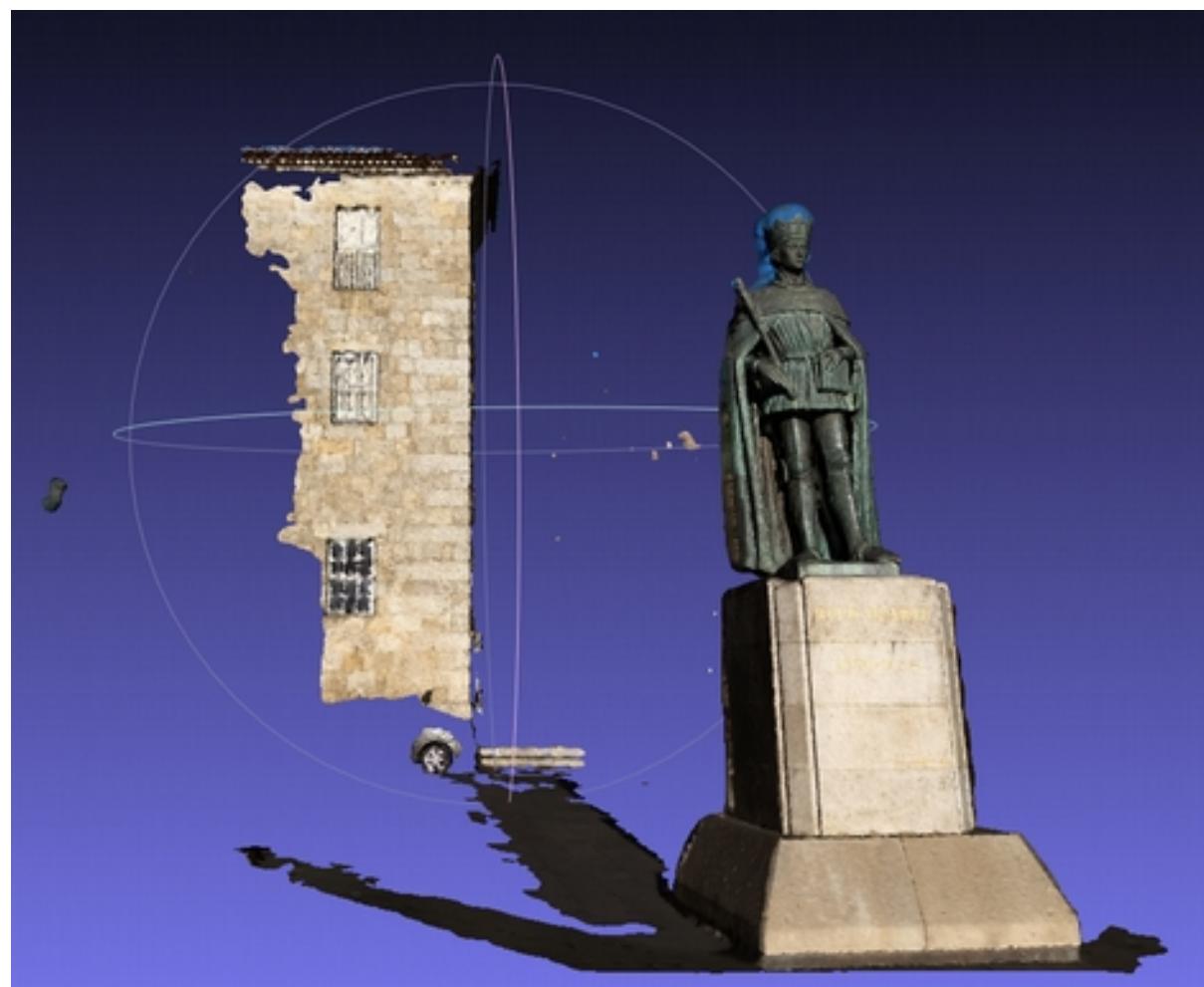
Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

1. Processo fotogramétrico
2. Interface e ambiente de trabalho
3. Principais ferramentas e interação básica
- 4. Pós-processamento**

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

Limpar-corrigir a malha e texturas
Otimizar para diferentes fins: Retopology, Lowpoly, criar UVs, etc.



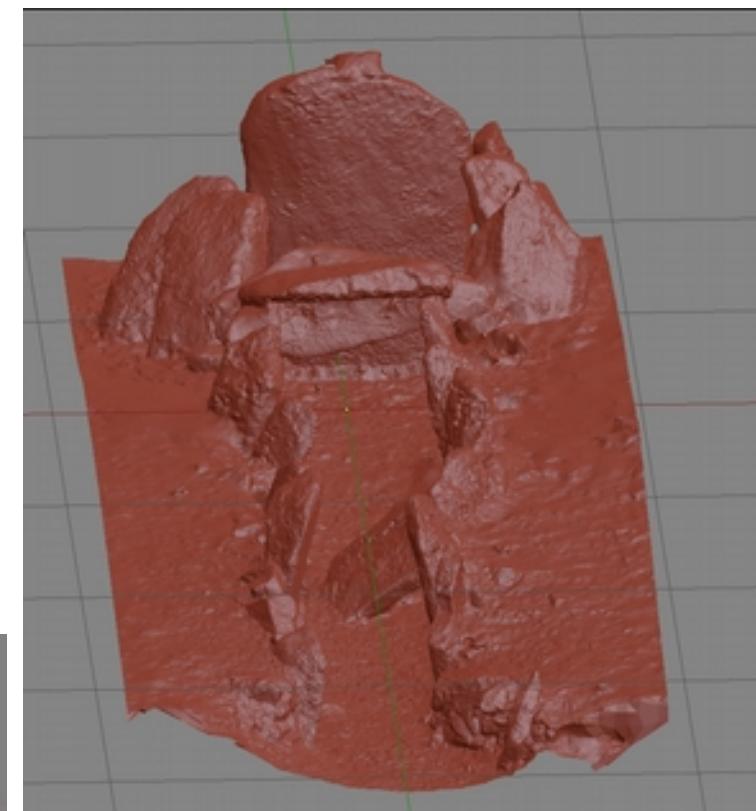
Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

1. Processo fotogramétrico
2. Interface e ambiente de trabalho
3. Principais ferramentas e interação básica
- 4. Pós-processamento**



Limpar-corrigir a malha e texturas
Otimizar para diferentes fins: Retopology, Lowpoly, criar UVs, etc.

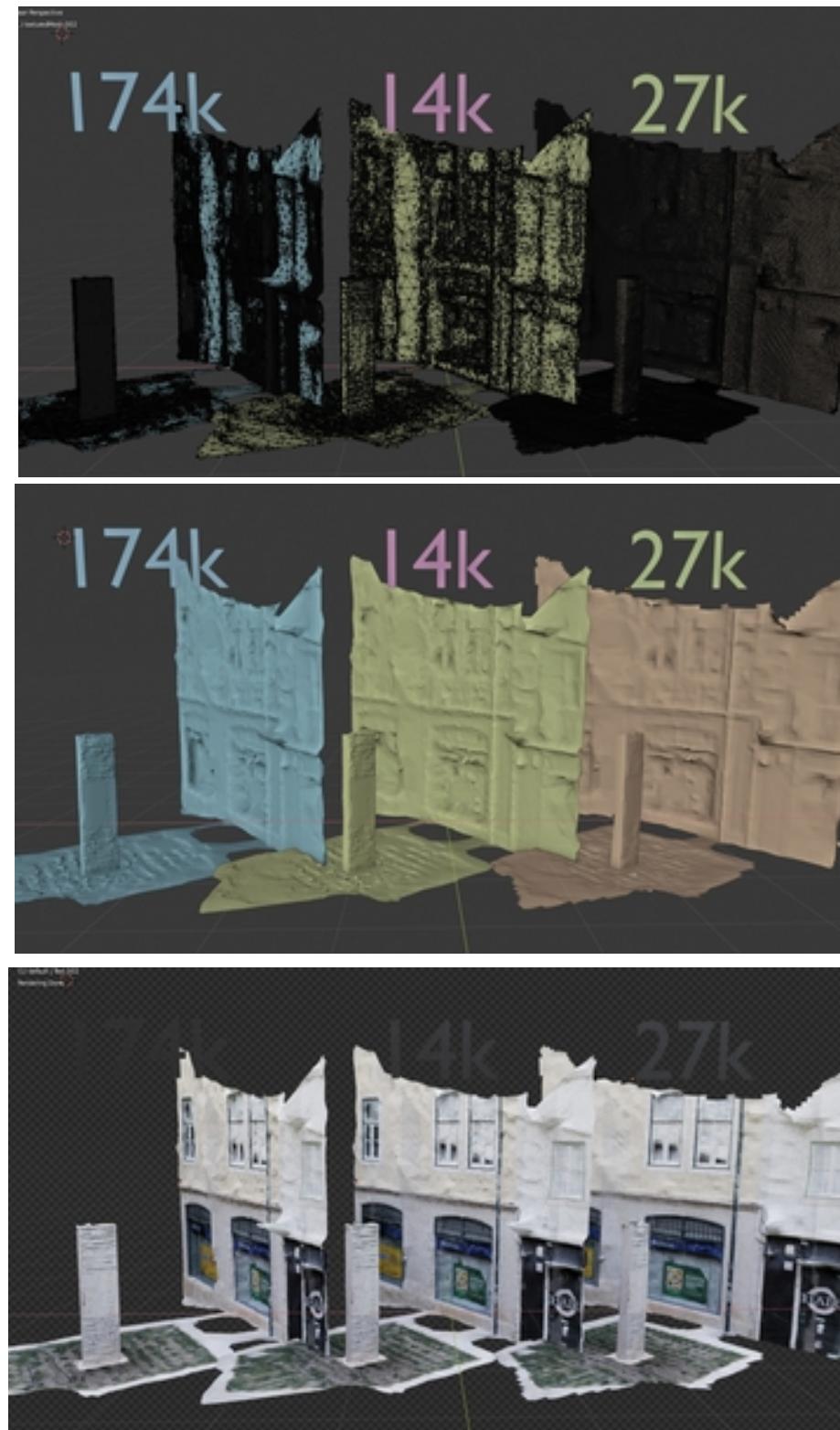


Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

1. Processo fotogramétrico
2. Interface e ambiente de trabalho
3. Principais ferramentas e interação básica
- 4. Pós-processamento**

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

1. Processo fotogramétrico
2. Interface e ambiente de trabalho
3. Principais ferramentas e interação básica
- 4. Pós-processamento**

Limpar-corrigir a malha e texturas
Otimizar para diferentes fins: Retopology, Lowpoly, criar UVs, etc.



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Apresentação e
difusão dos
resultados

- 1. Soluções para visualização de modelos 3D**
- 2. RV/AR, videojogos e impressão 3D**

online



Sketchfab

off-the-shelf

3DHop
Smithsonian Voyager
A-frame
Poly
Potree
Universal Viewer
X3DOM
Threejs
Game engines (Unity, UE,...)
Armory, Godot,...
...

offline

custom

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Apresentação e difusão dos resultados

1. Soluções para visualização de modelos 3D
2. RV/AR, videojogos e impressão 3D

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Apresentação e difusão dos resultados

1. Soluções para visualização de modelos 3D
- 2. RV/AR,
videojogos e
impressão 3D**

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Apresentação e difusão dos resultados

1. Soluções para visualização de modelos 3D
2. RV/AR, videojogos e impressão 3D

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

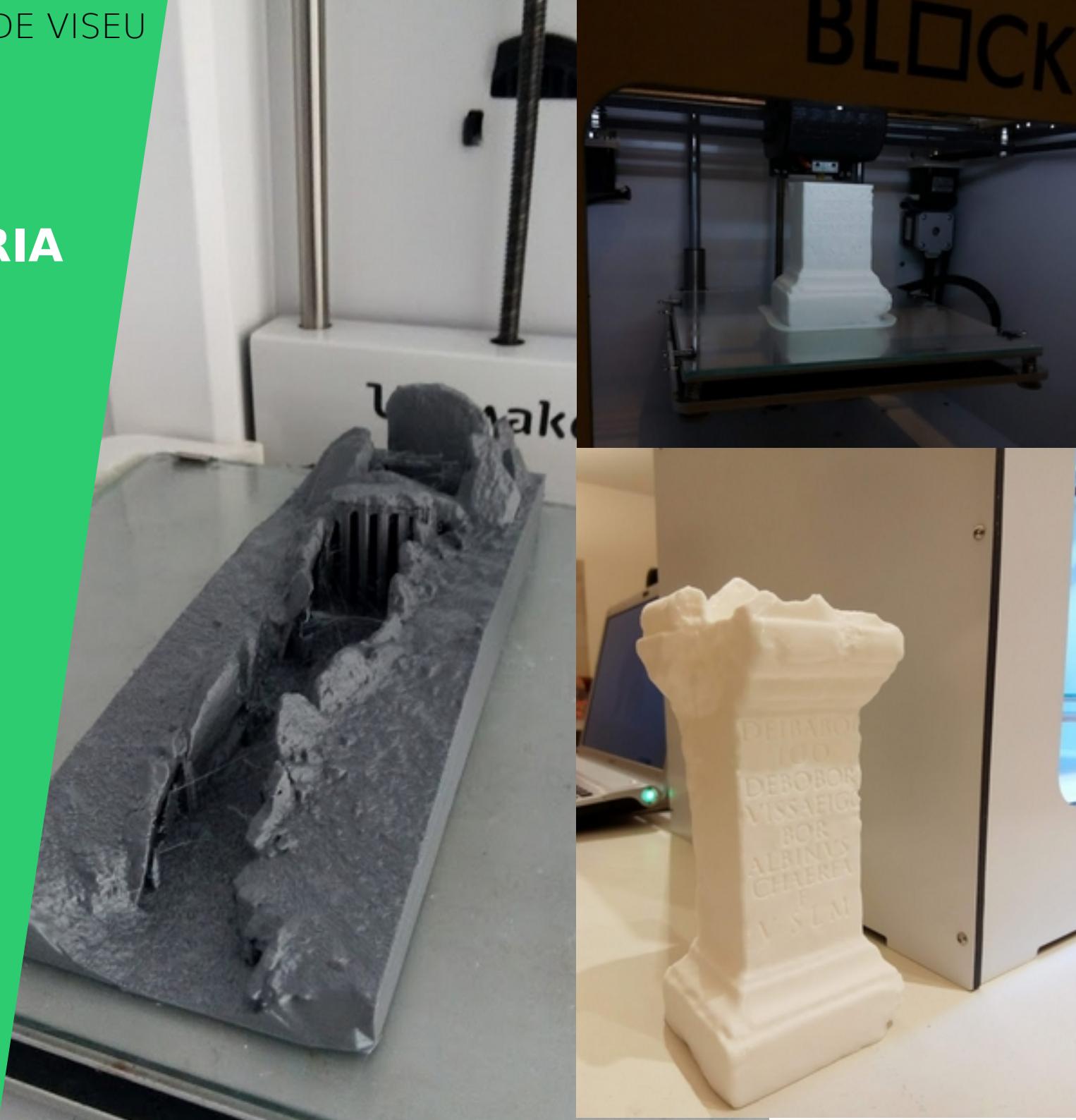


Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Apresentação e difusão dos resultados

1. Soluções para visualização de modelos 3D
2. RV/AR, videojogos e impressão 3D

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

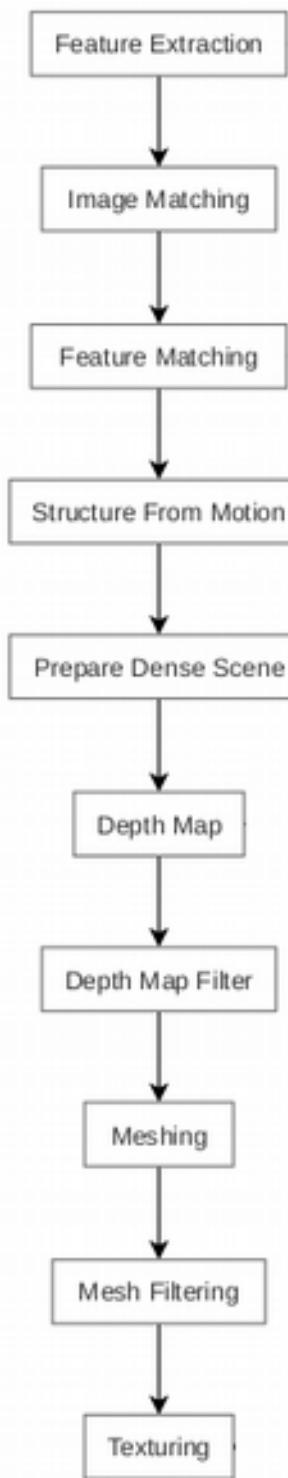


Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

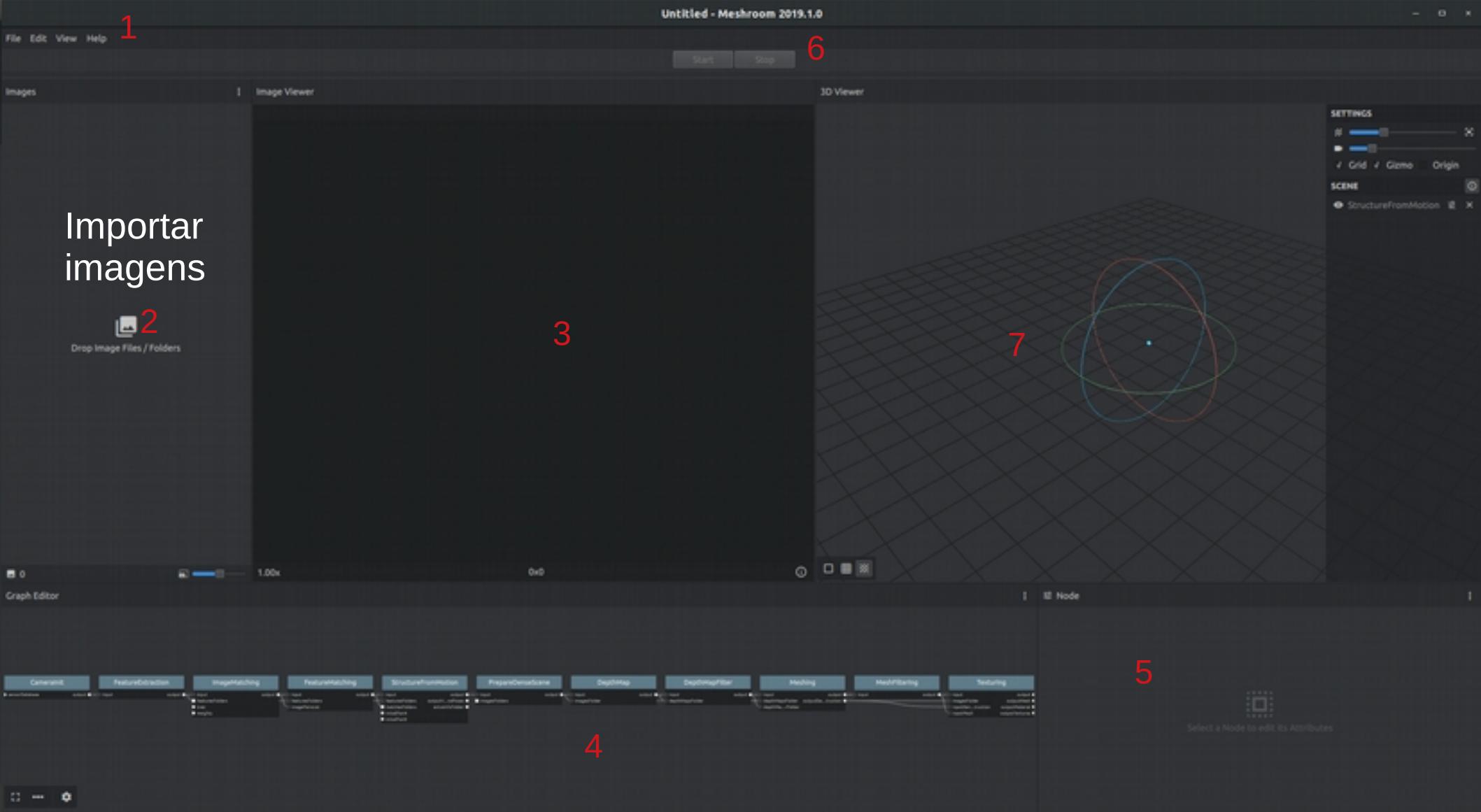
1. Processo fotogramétrico
- 2. Interface e ambiente de trabalho**
3. Principais ferramentas e interação básica
4. Pós-processamento

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020



“File > Save As...”

Start (ou Compute 1 a 1)

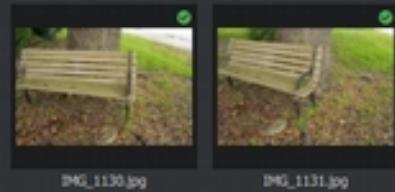
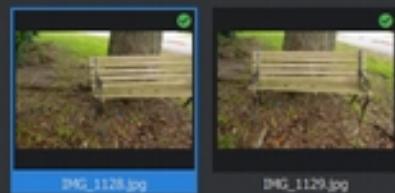


Esperar... café, chá, etc.

File Edit View Help

Start Stop

Images



Live Reconstruction

Image Folder Select a Folder

Min. Images per Step 4

Start

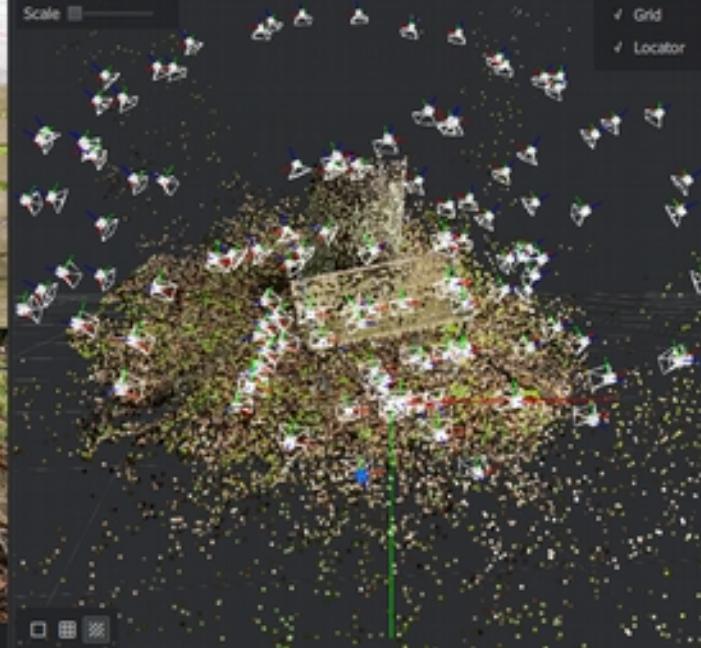
Graph Editor



C:/Users/Dragon Stone/Desktop/Bench/MeshroomCache

3D Viewer

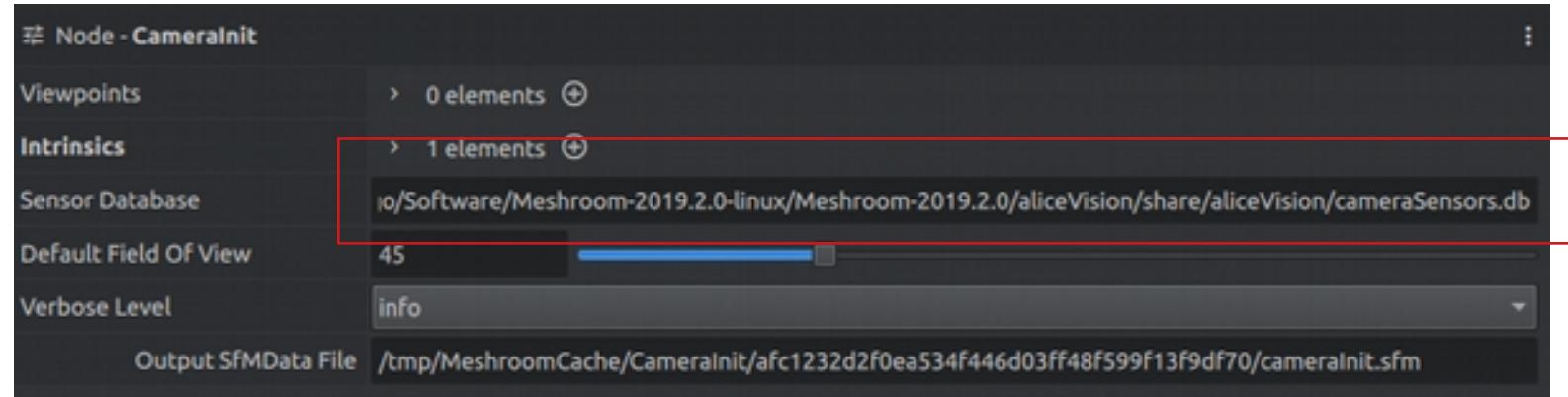
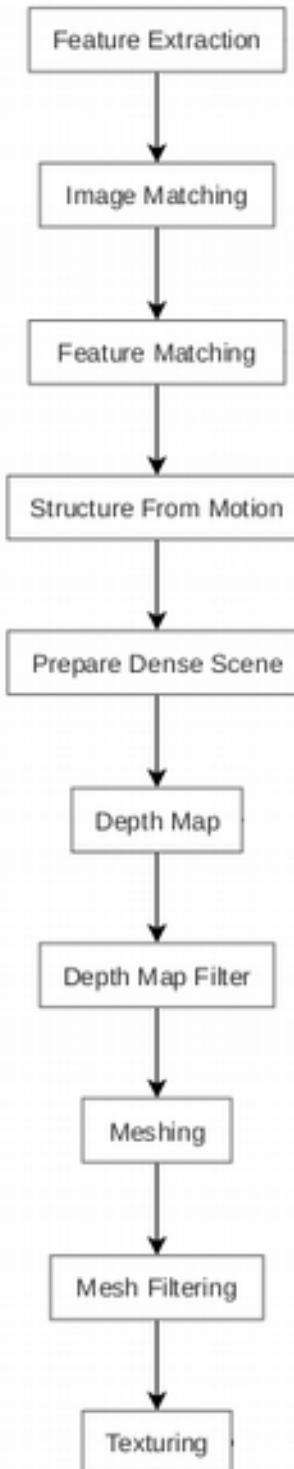
X
Y
Z
Scale



✓ SSM X
✓ Mesh
✓ Grid
✓ Locator

Meshing

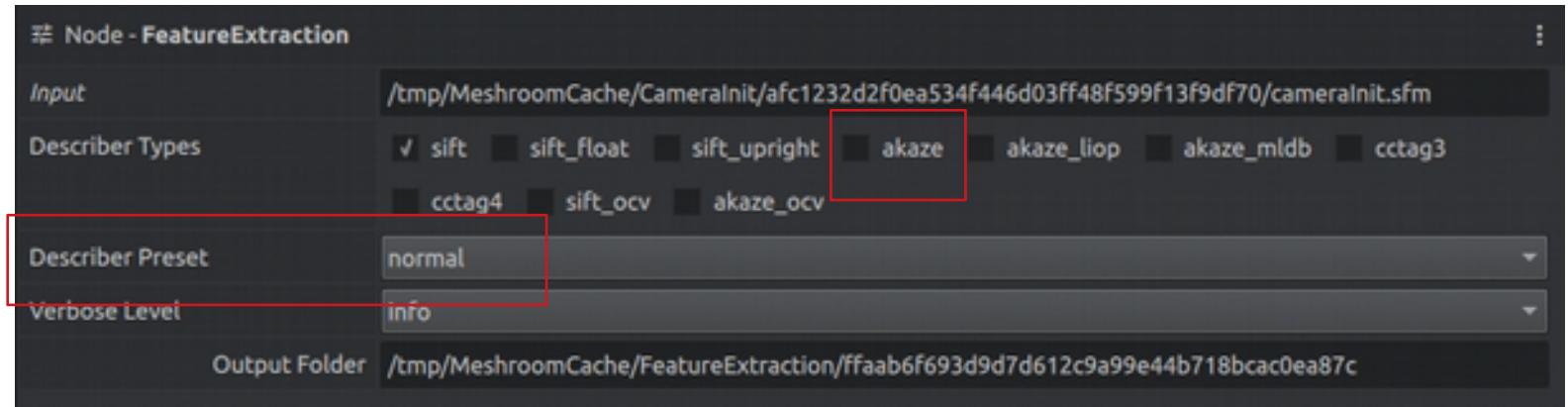
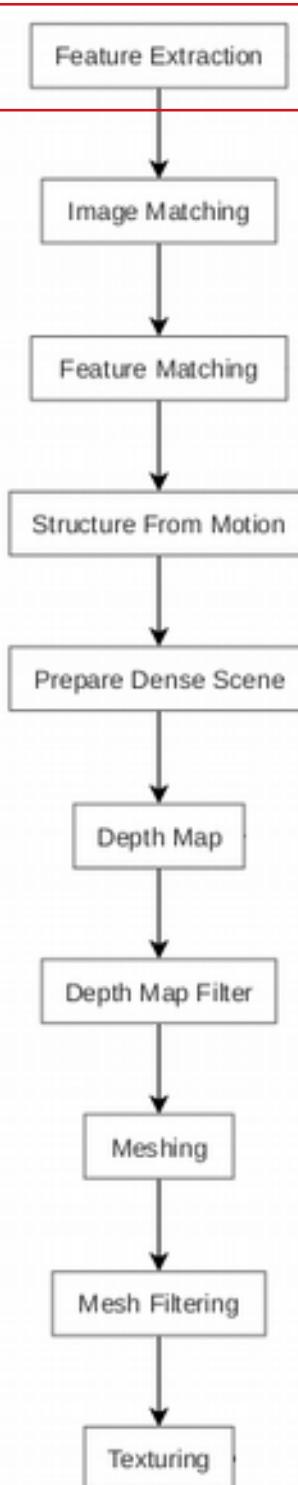
| | |
|----------------------------|--|
| MVS Configuration file | 2781cadb0ef13a4e0bab1efb057e8e4ca086de5f/mvs.ini |
| Depth Maps Folder | thMap/f33cdbf02b301684/f6b74e3d33492848cc41afde |
| Filtered Depth Maps Folder | /filter/a15e6d9cd115a4c768adb3506bc4d9c99b6af004 |
| Max Input Points | 50000000 |
| Max Points | 5000000 |
| Max Points Per Voxel | 1000000 |
| Min Step | 2 |
| Destination | meshedBench.ply |
| Attributes | Log |



Load dos metadados das imagens.

É possível utilizar múltiplas câmaras e distâncias focais.

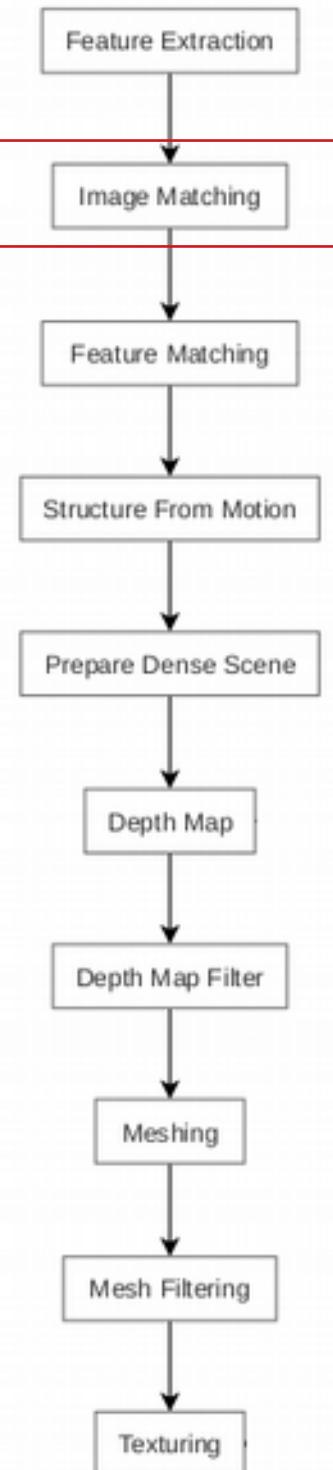
É também aqui que se resolve um dos problemas mais comuns... **No Camera Intrinsic Parameters**



Principais opções são: Descriptor Types e Descriptor Preset
Permitem aumentar/diminuir a qualidade do processo.

Sugestão: altere Descriptor Preset de Normal para High se tiver <300 imagens. Leva mais tempo mas ajuda a usar mais câmaras. Se tiver <50 images tente Ultra.

Atenção, com tão poucas imenages, a qualidade destas é essencial para que o Ultra resulte. Se tiverem pouca qualidade o resultado até pode ser pior do que High...

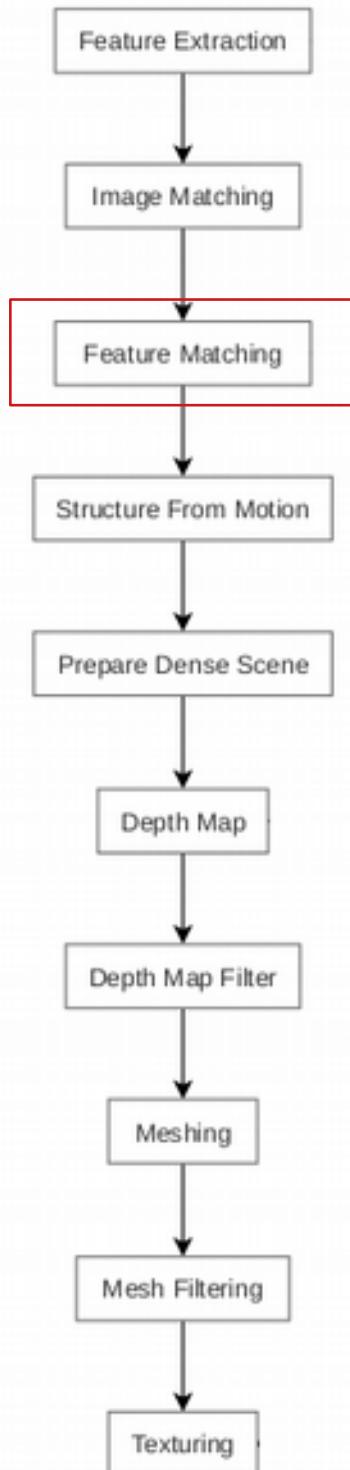


Node - ImageMatching

| | |
|-------------------------|---|
| Input | /tmp/MeshroomCache/CameraInit/afc1232d2f0ea534f446d03ff48f599f13f9df70/cameraInit.sfm |
| Features Folders | > 1 elements + |
| Tree | software/Meshroom-2019.2.0-linux/Meshroom-2019.2.0/aliceVision/share/aliceVision/vlfeat_K80L3.SIFT.tree |
| Verbose Level | info |
| Output List File | /tmp/MeshroomCache/ImageMatching/19ad362ac8919f04dff88596730852cd6f6d6ac/ImageMatches.txt |

Procura as imagens que estão a “olhar” para as mesmas áreas da cena. Imagens que partilham o mesmo conteúdo.

Advanced tem algumas opções adicionais.



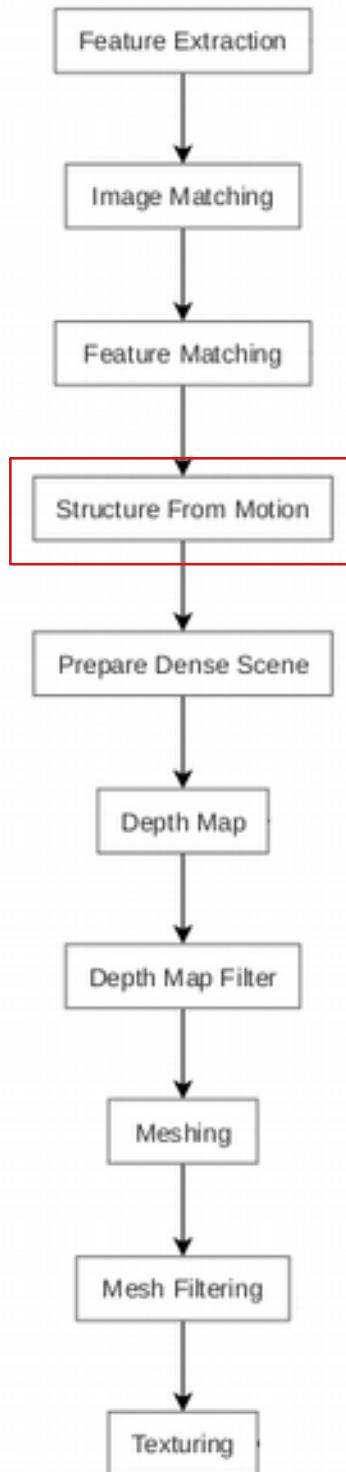
Node - FeatureMatching

| | |
|-------------------------|--|
| Input | /tmp/MeshroomCache/CameraInit/afc1232d2f0ea534f446d03ff48f599f13f9df70/cameraInit.sfm |
| Features Folders | > 1 elements + |
| Image Pairs List | /tmp/MeshroomCache/ImageMatching/19ad362ac8919f04dff88596730852cd6f6d6ac/imageMatches.txt |
| Descriptor Types | <input checked="" type="checkbox"/> sift <input type="checkbox"/> sift_float <input type="checkbox"/> sift_upright <input checked="" type="checkbox"/> akaze <input type="checkbox"/> akaze_liop <input type="checkbox"/> akaze_mldb <input type="checkbox"/> cctag3 <input type="checkbox"/> cctag4 <input type="checkbox"/> sift_ocv <input type="checkbox"/> akaze_ocv |
| Guided Matching | <input type="checkbox"/> |
| Verbose Level | info |
| Output Folder | /tmp/MeshroomCache/FeatureMatching/94c4096e70d8c32c30b620c9680fb68c3f5504e0 |

Descriptor Types devem ser consistentes com Feature Extraction

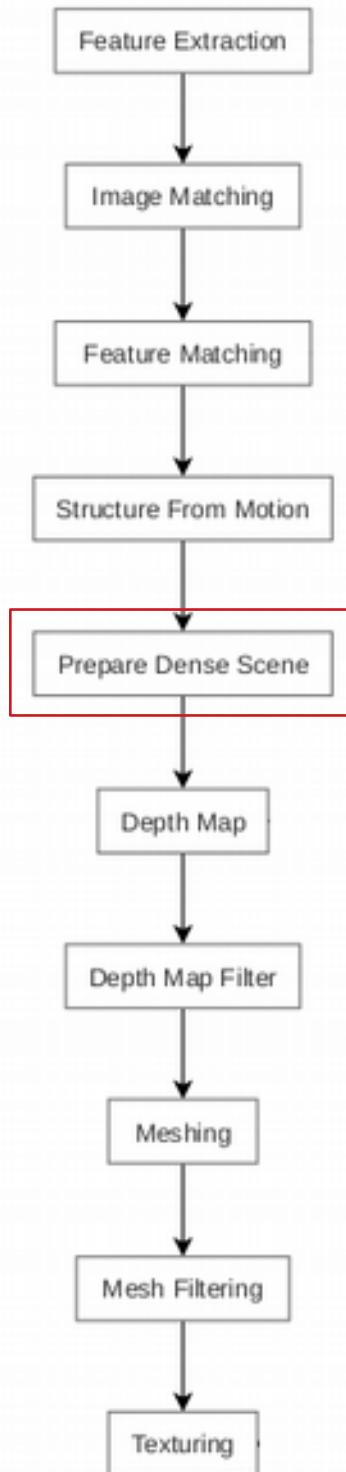
Guided Matching aumenta correspondências. Ativa um segundo nível-momento de matching.

Akaze pode ajudar bastante.



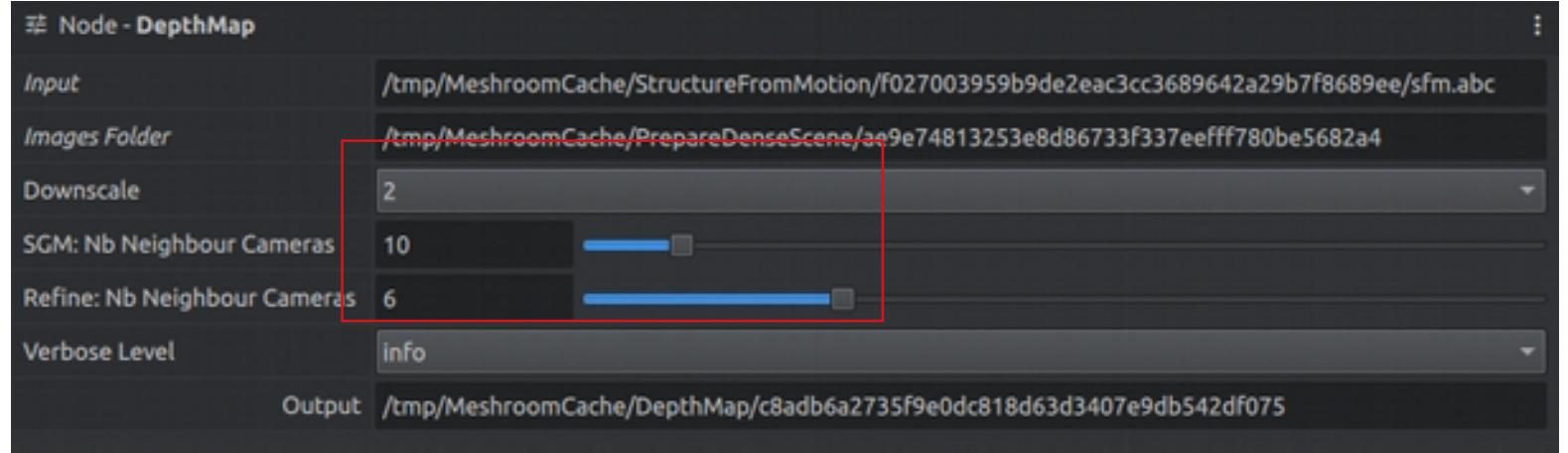
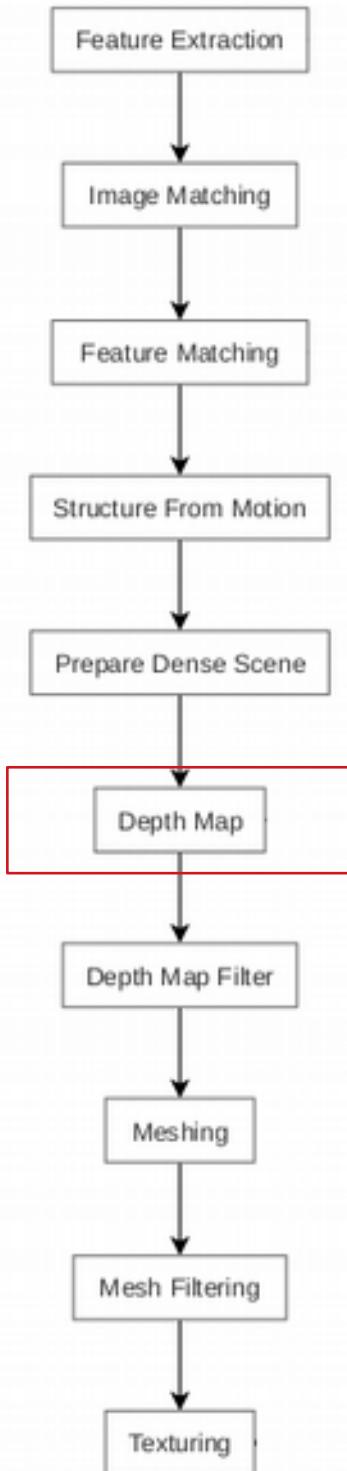
Node - StructureFromMotion

| | |
|--|---|
| <i>Input</i> | /tmp/MeshroomCache/CameraInit/afc1232d2f0ea534f446d03ff48f599f13f9df70/cameraInit.sfm |
| <i>Features Folders</i> | > 1 elements + |
| <i>Matches Folders</i> | > 1 elements + |
| <i>Descriptor Types</i> | <input checked="" type="checkbox"/> sift <input type="checkbox"/> sift_float <input type="checkbox"/> sift_upright <input type="checkbox"/> akaze <input type="checkbox"/> akaze_liop <input type="checkbox"/> akaze_mldb <input type="checkbox"/> cctag3 <input type="checkbox"/> cctag4 <input type="checkbox"/> sift_ocv <input type="checkbox"/> akaze_ocv |
| Lock Scene Previously Reconstructed | <input type="checkbox"/> |
| Local Bundle Adjustment | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Maximum Number of Matches | 0 |
| Min Input Track Length | 2 |
| Force Lock of All Intrinsic Camera Parameters. | <input type="checkbox"/> |
| Initial Pair A | [] |
| Initial Pair B | [] |
| Verbose Level | info |
| Output SfMData File | /tmp/MeshroomCache/StructureFromMotion/f027003959b9de2eac3cc3689642a29b7f8689ee/sfm.abc |
| Output SfMData File | /tmp/MeshroomCache/StructureFromMotion/f027003959b9de2eac3cc3689642a29b7f8689ee/cameras.sfm |
| Output Folder | /tmp/MeshroomCache/StructureFromMotion/f027003959b9de2eac3cc3689642a29b7f8689ee |



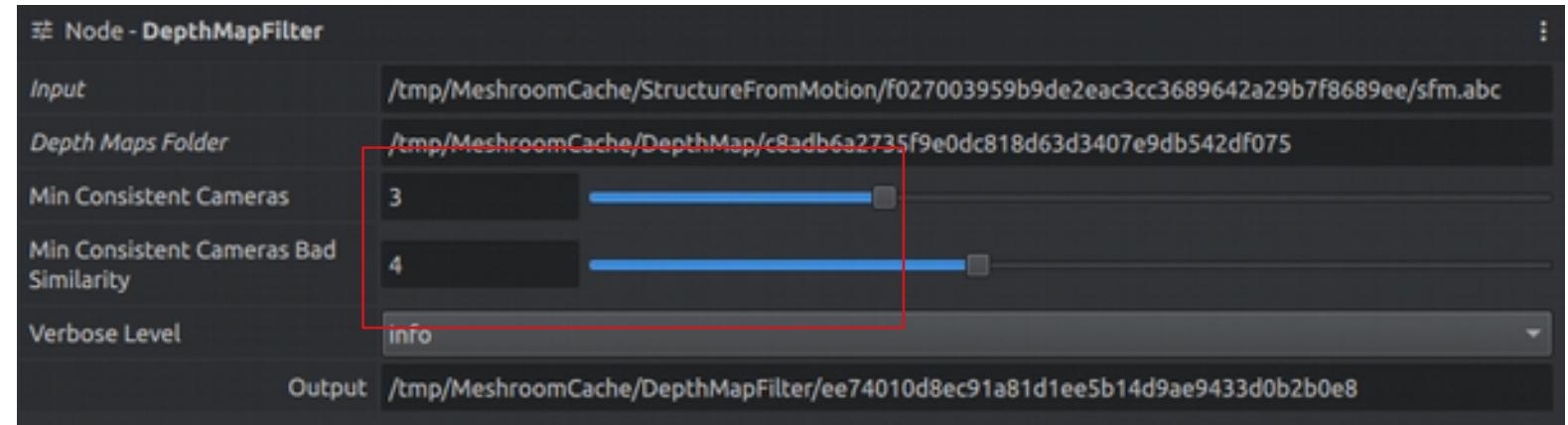
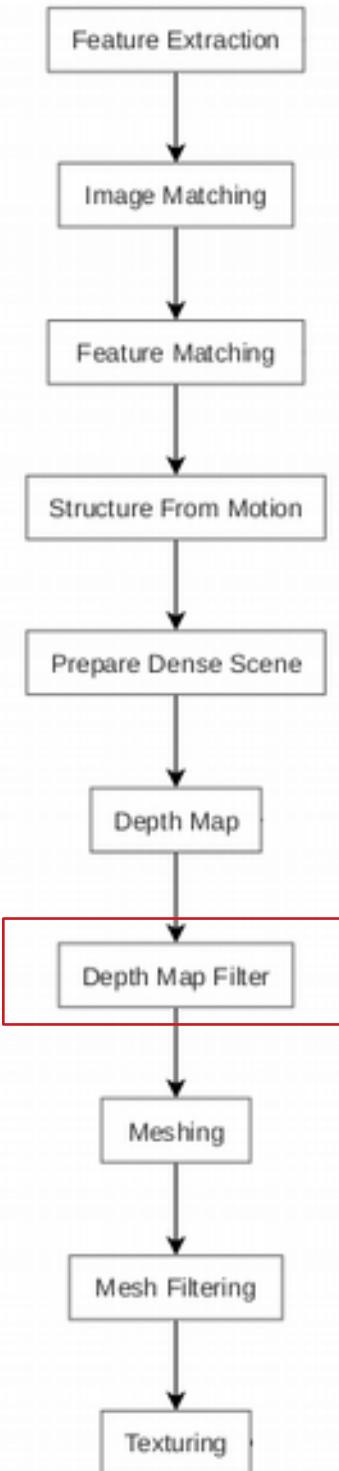
Node - PrepareDenseScene

| | |
|----------------|---|
| Input | /tmp/MeshroomCache/StructureFromMotion/f027003959b9de2eac3cc3689642a29b7f8689ee/sfm.abc |
| Images Folders | > 0 elements + |
| Verbose Level | info |
| Output | /tmp/MeshroomCache/PrepareDenseScene/ae9e74813253e8d86733f337eef780be5682a4 |



Downscale (1, 2, 4, 8, 16) define precisão e tem impacto no tempo de computação. Se as imagens não tiverem uma resolução muito elevada pode ser útil aumentar precisão diminuindo para 1.

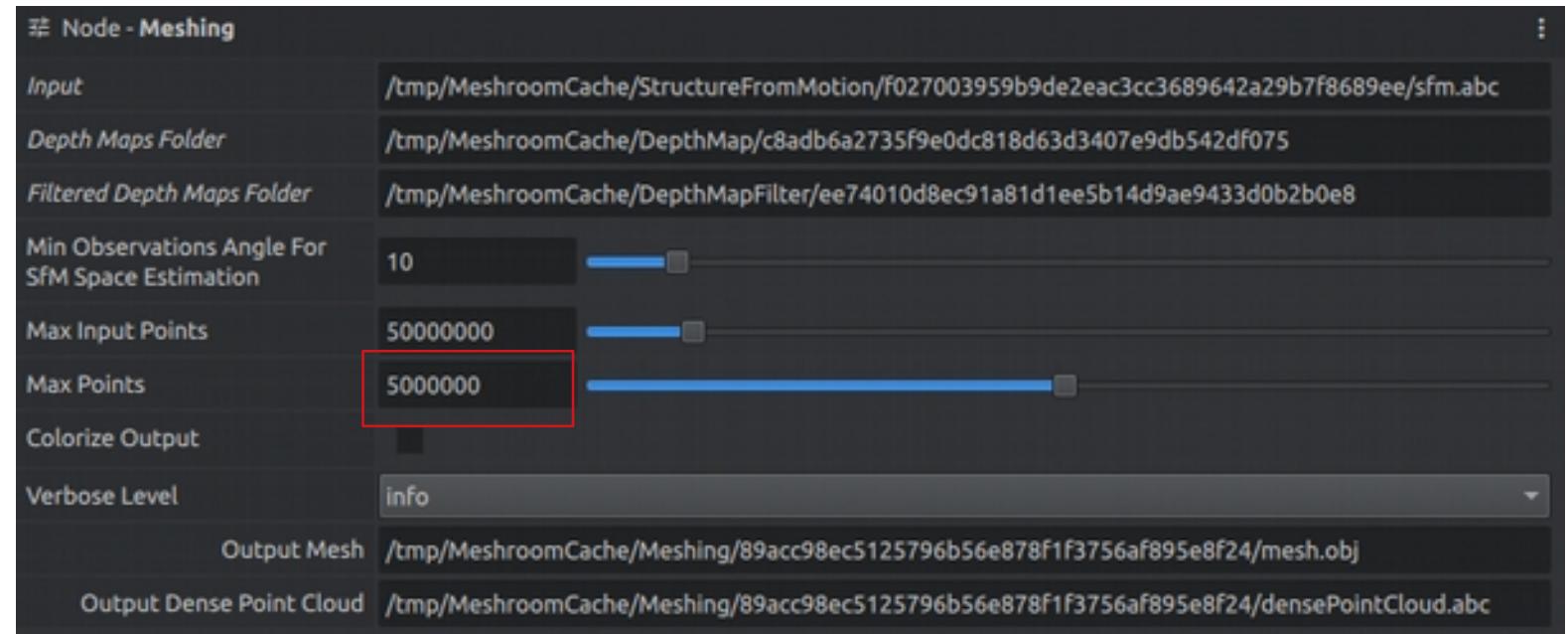
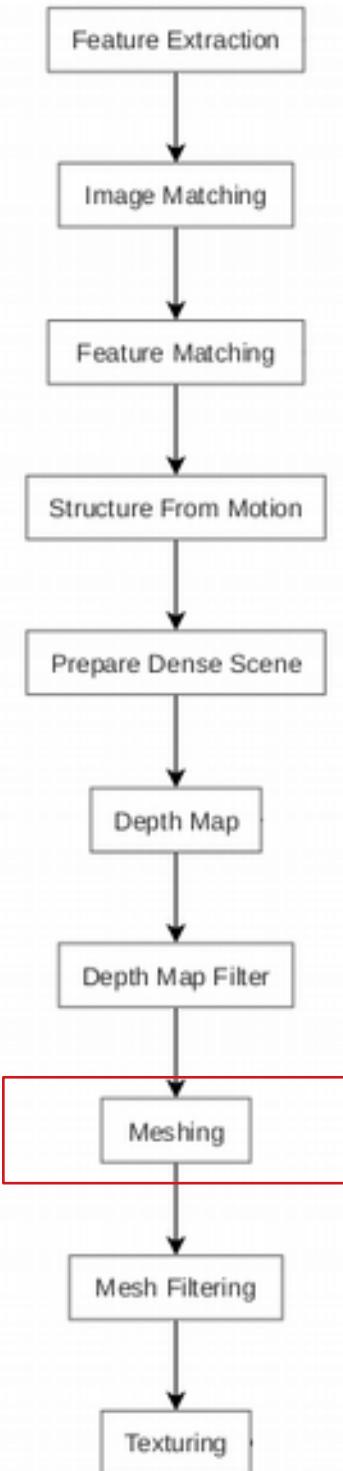
Reducir SGM: Nb Neighbour Cameras e Refine: Nb Neighbour Cameras diminui tempos de computação



Se não tiver muitas imagens (cobertura fotográfica pouco densa) ou estiverem “blurry” e tiver muitos “buracos” no modelo resultante, pode ser útil alterar...

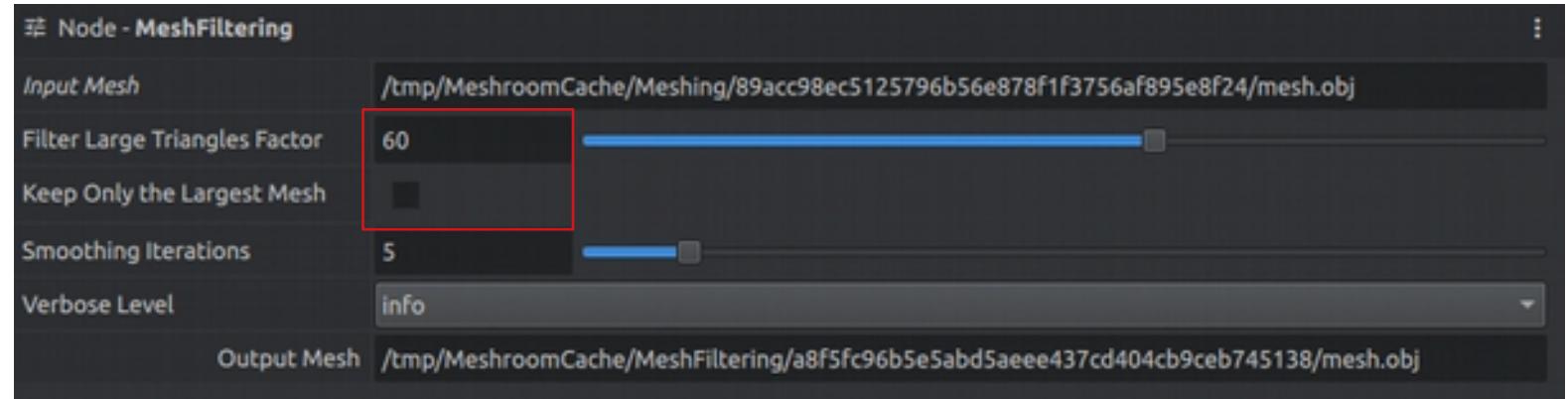
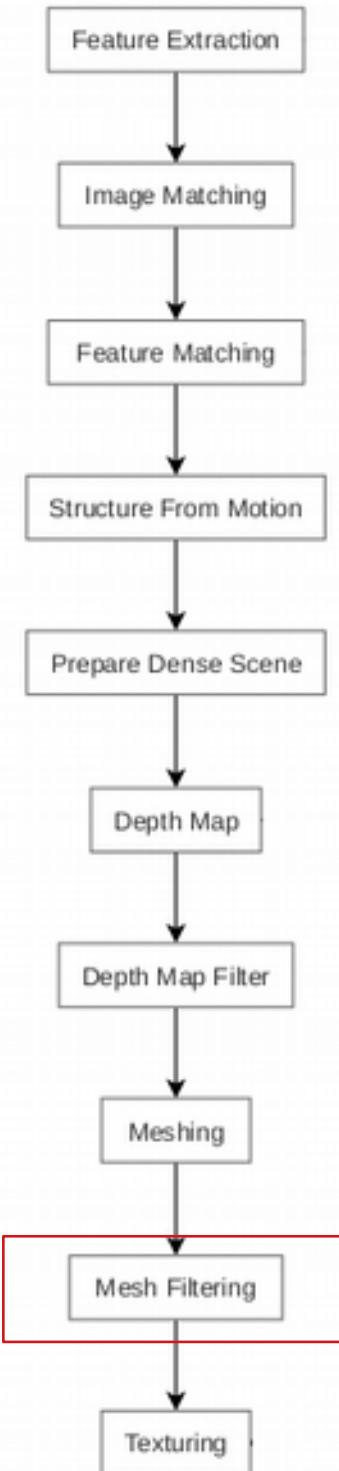
Min Consistent Cameras = 2

Min Consistent Cameras Bad Similarity = 3



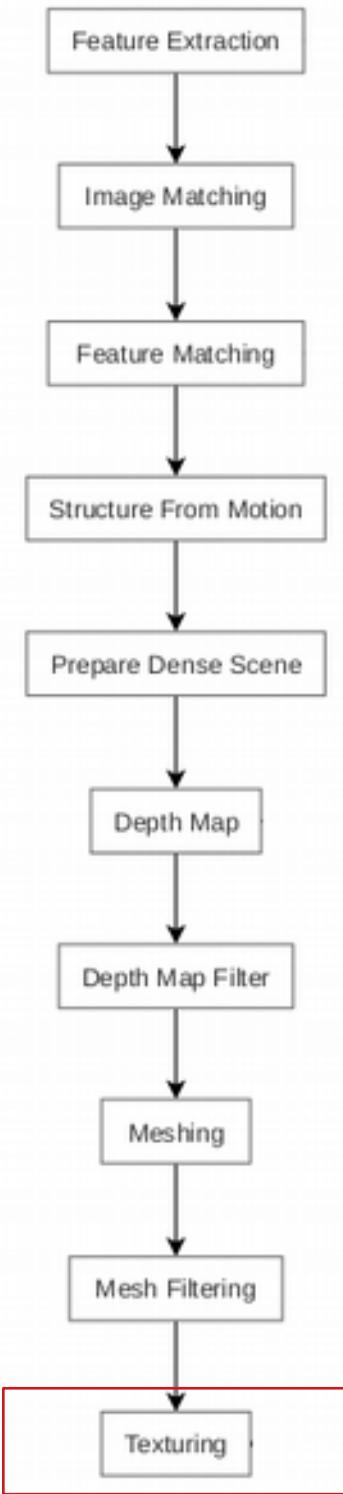
Se tem menos de 16GB de RAM... prepare-se para reduzir Max Points.

Sugestão comece por reduzir para 1/5 e vá aumentando...



Filter Large Triangles pode ser ajustado para tentar evitar/reduzir “buracos” ou diminuir faces triangulares de grande dimensão.

Keep Only The Largest Mesh: Desativa se pretender obter todos os fragmentos. Por vezes é capturado o objeto e o fundo...



Node - Texturing

| | |
|-------------------|---|
| Input | /tmp/MeshroomCache/Meshing/89acc98ec5125796b56e878f1f3756af895e8f24/densePointCloud.abc |
| Images Folder | /tmp/MeshroomCache/PrepareDenseScene/ae9e74813253e8d86733f337eef780be5682a4 |
| Other Input Mesh | /tmp/MeshroomCache/MeshFiltering/a8f5fc96b5e5abd5aeee437cd404cb9ceb745138/mesh.obj |
| Texture Side | 8192 |
| Texture Downscale | 1 |
| Texture File Type | png |
| Unwrap Method | Basic |
| Use UDIM | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fill Holes | <input type="checkbox"/> |
| Verbose Level | info |
| Output Folder | /tmp/MeshroomCache/Texturing/fd638261bbd923485f02df2db04d540365809450 |
| Output Mesh | /tmp/MeshroomCache/Texturing/fd638261bbd923485f02df2db04d540365809450/texturedMesh.obj |
| Output Material | /tmp/MeshroomCache/Texturing/fd638261bbd923485f02df2db04d540365809450/texturedMesh.mtl |
| Output Textures | /tmp/MeshroomCache/Texturing/fd638261bbd923485f02df2db04d540365809450/texture_*.png |

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

No Camera Intrinsic Parameters

StructureFromMotion falha/mau

Resultado com muitos "buracos"

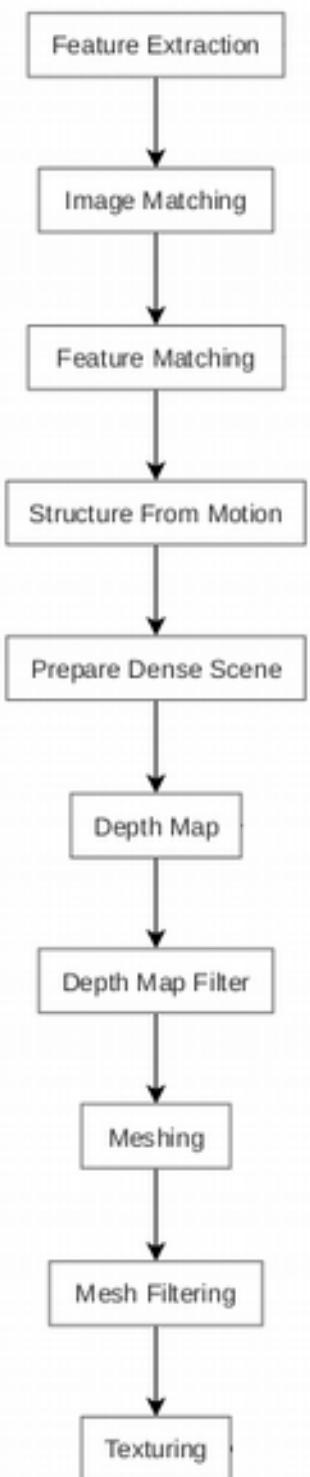
Acelerar DepthMap

Meshing crash ou lento

Melhorar resolução da textura

Low Poly

No CUDA e Draft Mesh



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

**No Camera Intrinsic Parameters, Sensor width
doesn't exist in the database**

Adicionar informação em cameraSensors.db
(/aliceVision/share/aliceVision)

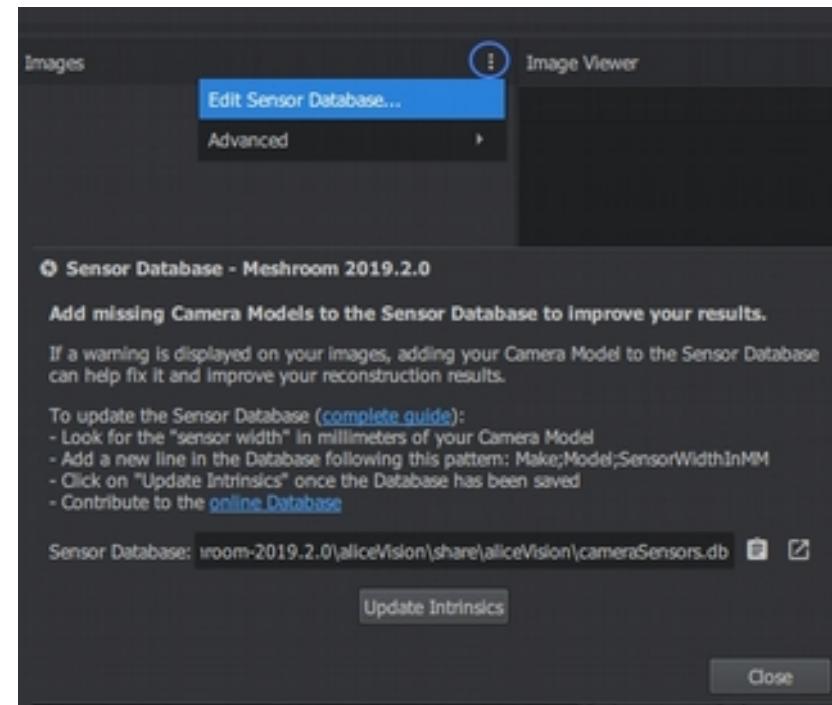
CameraBrand;CameraModel;SensorWidth(mm);source

Exemplo: **Google;Google Pixel XL;6.25;digicamdb**

Onde encontrar dados?

<https://www.digicamdb.com/> OU

<https://www.devicespecifications.com/>



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

StructureFromMotion falha ou mau

Provavelmente, foram extraídos poucos features.

Para aumentar a qualidade no alinhamento, SfM,
Sparse Cloud:

No nó FeatureExtraction: Describer Preset em
High ou Ultra.

Ativar AKAZE nos nós FeatureExtraction,
FeatureMatching and StructureFromMotion

FeatureMatching: ativar Guided Matching

Vai demorar mais tempo!

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

Resultado com muitos "buracos"

Talvez o Input seja pouco denso ou demasiado desfocado...

No nó DepthMapFilter reduzir Min Consistent Cameras para 2 e Min Consistent Cameras Bad Similarity para 3

No MeshFiltering ajustar Filter Large Triangles Factor

Acelerar processo de DepthMap

Aumentar o Downscale (mas reduz qualidade!)

Se reduzir SGM: Nb Neighbour Cameras e Refine: Nb Neighbour Cameras reduz tempo linearmente (reduzir 10 para 5 corta tempo em metade). 3 é o mínimo necessário, 4 é suficiente em muitos casos se tiver bastantes fotos que cubram mesma área.

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

Meshing crash ou lento

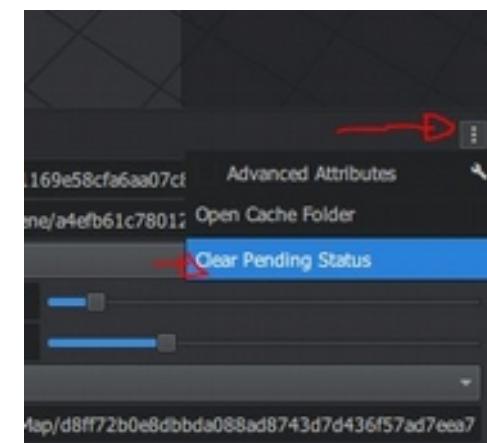
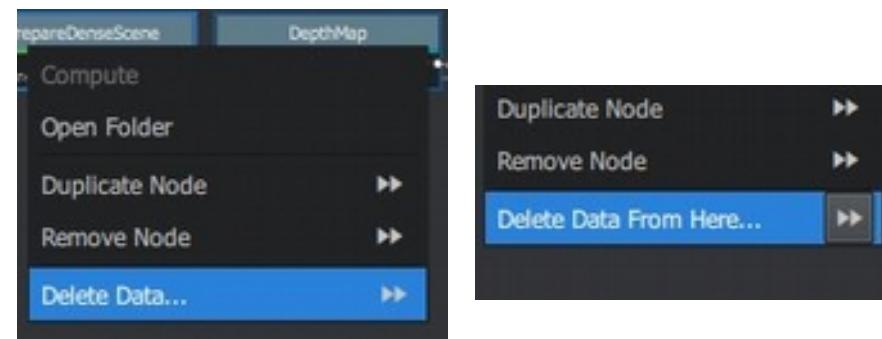
Provavelmente não tem RAM suficiente.
Tente reduzir maxPoints (1000000 e ir
subindo) no nó Meshing.

Melhorar resolução da textura

No Texturing, reduzir Downscale para 1
(vai demorar mais!) e/ou aumentar Texture
Side.

ERRO “Graph is being computed externally”

Tentar da esquerda para a direita...



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Erros mais comuns

Evitar caracteres especiais (non-ASCII)...

Evitar acentos, espaços em branco, ç, etc.

Draft Mesh OU sem CUDA GPU

Usar Describer Preset em High ou Ultra no FeatureExtraction

Apagar PrepareDenseScene, Depthmap and DepthmapFilter

Ligar output de StructureFromMotion ⇒ input de Meshing



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

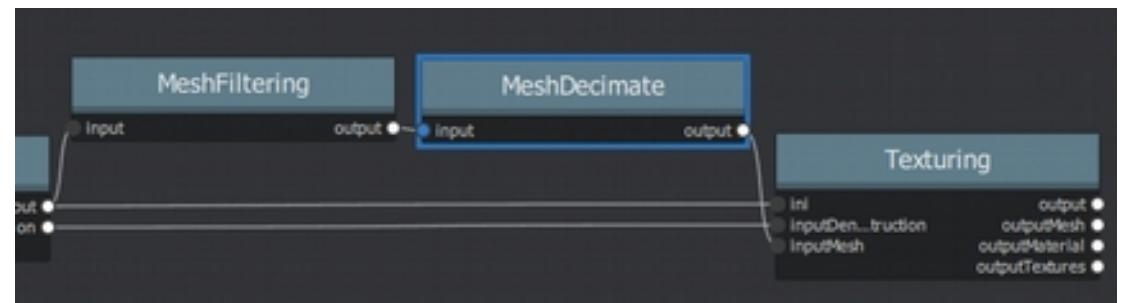
Criação do modelo 3D

Dicas

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

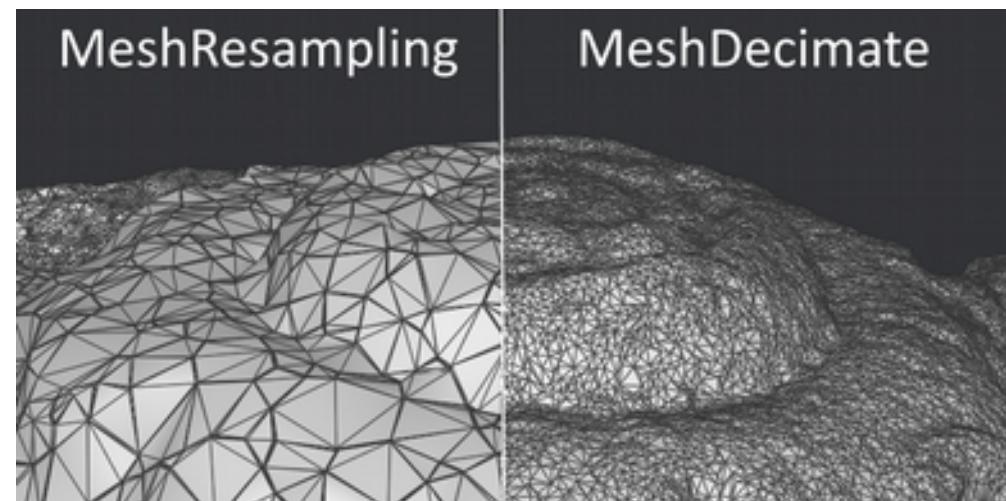
Low-poly - MeshDecimate

Criar uma versão mais leve a partir da original e depois retexturizar.



Retopologia – MeshResampling

uma versão mais leve a partir da original e depois retexturizar.



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

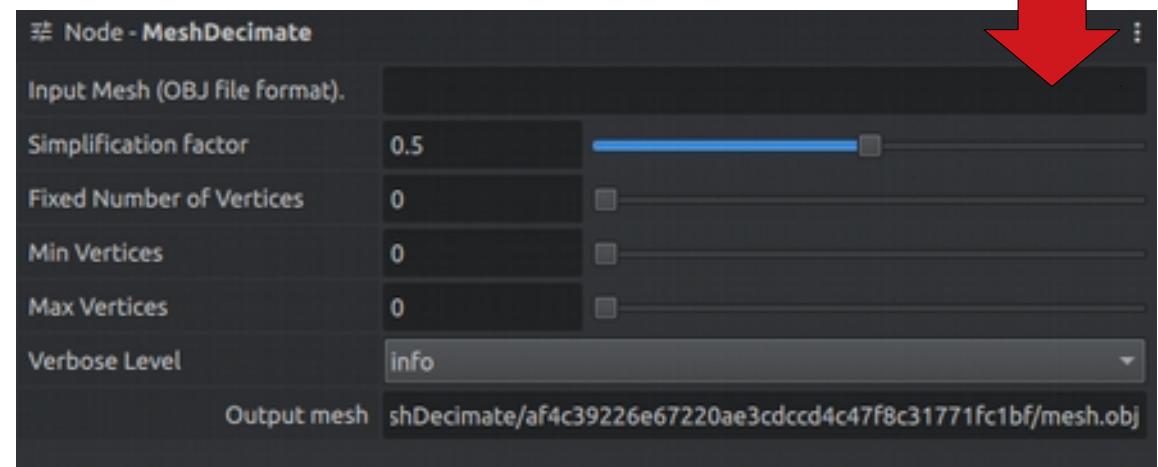
Dicas

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

Retopologia ou Decimate externo

É possível utilizar programa externo
(Blender, InstantMeshes, etc.)

NÃO alterar escala e orientação!



Máscaras e turntable

Roadmap

Manual

Featureless background e indirect lighting

Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

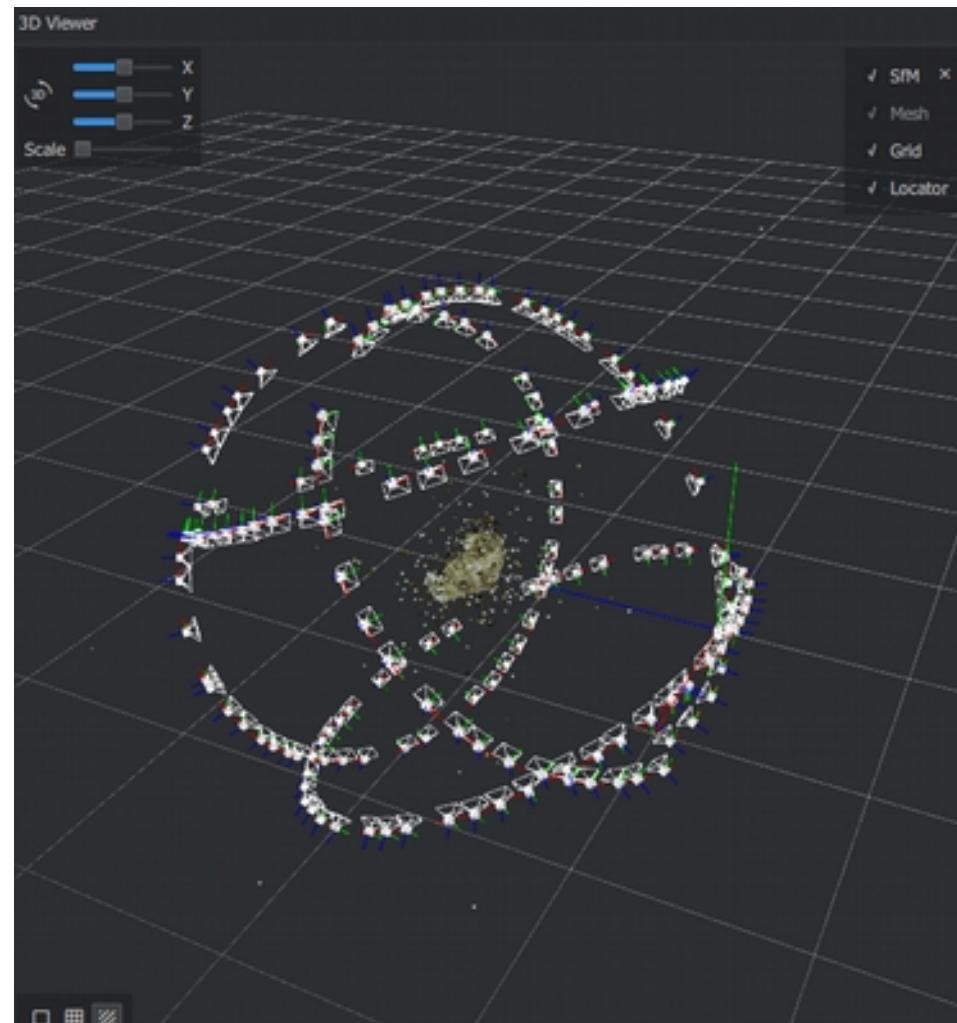
Criação do modelo 3D

Dicas

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

<https://peterfalkingham.com/2019/01/16/small-object-photogrammetry-how-to-take-photos/>

360 completo... simular máscaras



Introdução à **FOTOGRAFETRIA**

Criação do modelo 3D

Dicas

E mais...

Live reconstruction

Drone+DSLR+Smartphone+...

Continuar depois

Plugins

Sketchfab uploader

Etc.

PAV

NERD LAB

Open Heritage no PAV

Oficinas de Formação 2020

Introdução à Fotogrametria

Nelson Gonçalves

DESAFIOS

- Interior com caixa de luz
 - Exterior espaço ou grande objeto
 - Exterior objeto
-
- Upload Sketchfab
- <https://sketchfab.com/>

TAGAR!!!!

#poloarqueologicodeviseu
#pav

PAV

NERD LAB

Open Heritage no PAV

Oficinas de Formação 2020

Introdução à Fotogrametria

Nelson Gonçalves

<https://alicevision.org/>

<https://github.com/alicevision/meshroom>

<https://www.blender.org/>

<https://github.com/wjakob/instant-meshes>

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

PAV

NERD LAB

Open Heritage no PAV

Oficinas de Formação 2020

Introdução à Fotogrametria

Nelson Gonçalves

CASA DO MIRADOURO
07/03/2020

Github

<https://github.com/poloarqueologicodeviseu/>

Sketchfab

<https://sketchfab.com/poloarqueologicodeviseu>

#poloarqueologicodeviseu
#pav

MEETINGS! No último sábado de cada mês!