Artista-Cartógrafo
Caminhos Digitais para a Impermanência

Por Vinicius Dall'Acqua

Processo de Fotogrametria, criação de texturas e otimização

Para melhor visualização das etapas do processo de fotogrametria, neste documento, a partir de exemplo desenvolvido pelo artistas, ilustramos detalhadamente os procedimentos de: digitalização e otimização das obras, criação e adequação do ambiente virtual e elementos expositores, sonorização e hospedagem web.

1.1 Fotogrametria - Processo de produção

Para o processo de criação dos modelos tridimensionais a partir das obras físicas, é utilizado o processo de fotogrametria digital. A fotogrametria é o processo de captação de múltiplas fotografias bidimensionais do objeto a partir de ângulos e posições variadas para processamento através de sistema computacional e geração de objeto tridimensional virtual. O procedimento engloba as etapas de:

- Captação fotográfica
- Calibração e ajuste de imagens captadas
- Alinhamento de imagens por processo computacional
- Geração de medições e pontos de nuvem por processo computacional
- Geração de malha tridimensional densa por processo computacional
- Geração de malha de textura difusa por processo computacional

O resultante deste processo é um objeto tridimensional de alta resolução poligonal texturizado, que serve oara o registro e acervo digital de alta resolução. A partir deste objeto gerado, é desenvolvido o processo de otimização do mesmo para hospedagem e visualização em web. A otimização se dá a partir da retopologia (Diminuição de resolução de malha tridimensional), recriação de coordenadas de textura, otimização e simulação de relevo a partir de mapas de "normal", "reflexo" e "Displace".

1.2 Fluxograma do processo de Fotogrametria

Para exemplificar o processo, segue abaixo, procedimentos ilustrados do processo de criação fotogramétrica de escultura em pedra sabão da artista plástica rio-pretense, Giselda Cristina.

1.3 Captação e calibração fotográfica

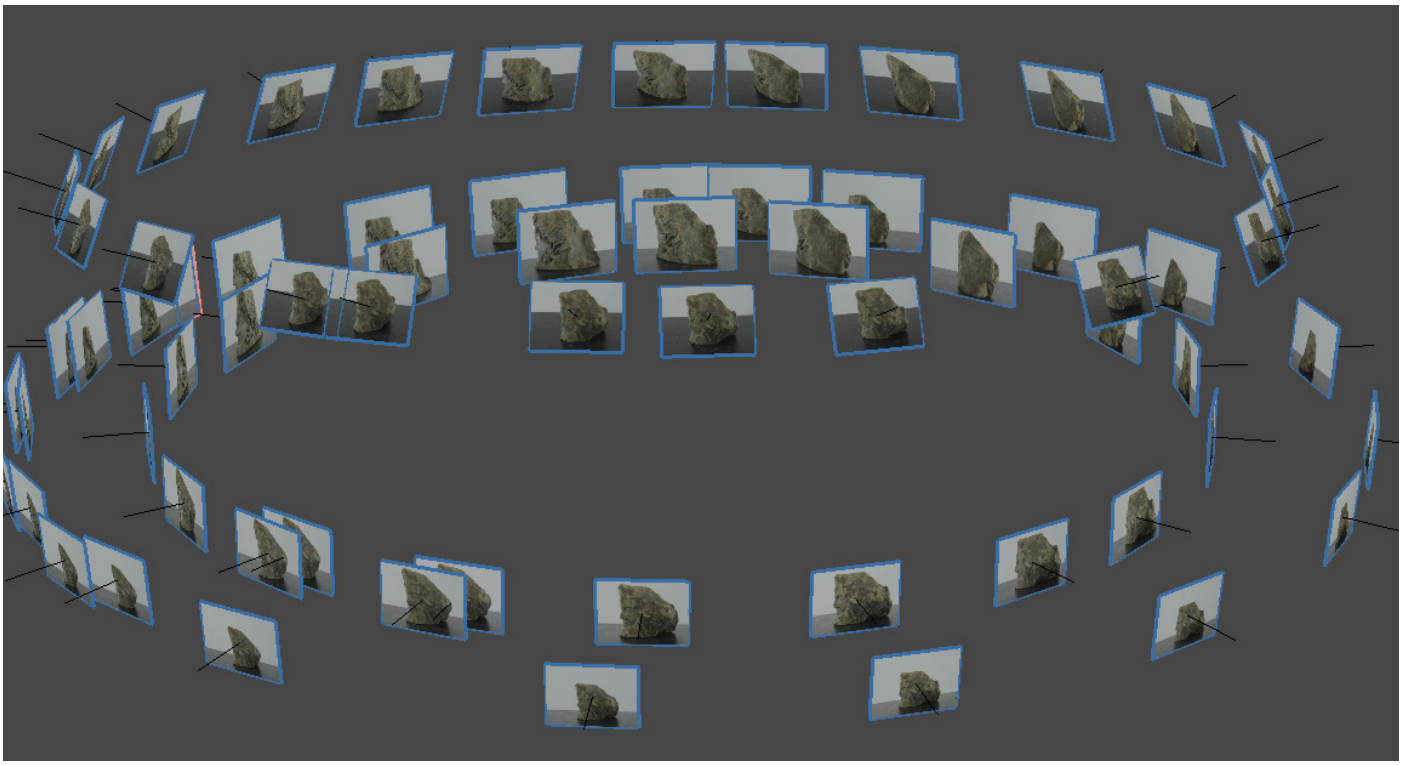
**Fotografias utilizadas para criação de fotogrametria.*

Foram captadas 68 imagens, em resolução de 5184x3456 pixels em formato RAW, a partir de câmera DSLR 60D Canon posicionada em tripé, lente fixa 24mm, diafragma 14f, ISO 400, Velocidade de obturador 60. As imagens foram calibradas a partir do software Adobe Lightroom, onde foi retirada distorção de lente, ajustado balanços de exposição e e temperatura de luz.

1.4 Processamento Computacional

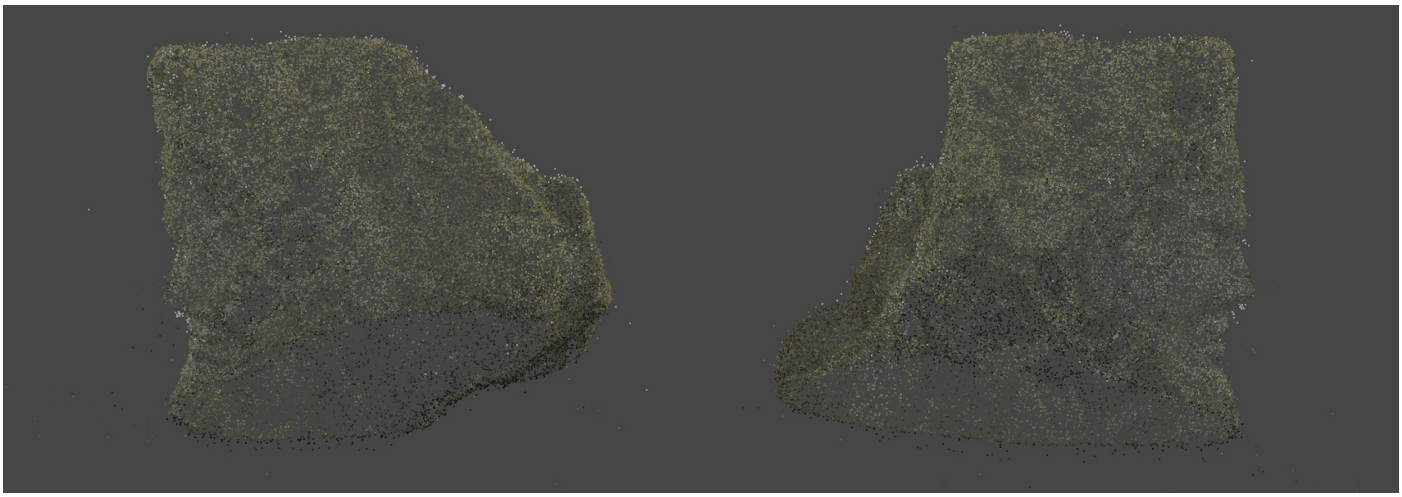
O processamento computacional deste exemplo, foi executado no software “Agisoft Metashape”, porém, existem no mercado ínumeros softwares de processamento fotogramétrico comerciais e gratuitos.

A primeira etapa executada no programa é o alinhamento de imagens, onde automaticamente, o software encontra pontos em comum nas imagens captadas a partir da profundidade e cor, e alinha o posicionamento das câmeras tridimensionalmente.



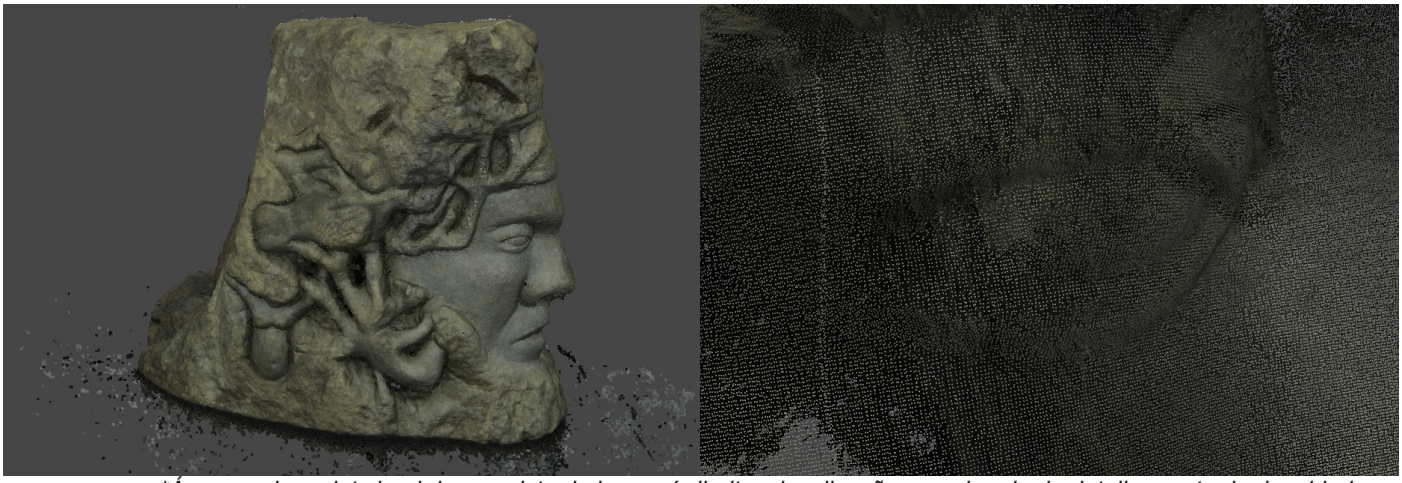
**Alinhamento de fotografias em ambiente tridimensional*

A partir do alinhamento das imagens, a próxima etapa é a geração de “point cloud”, ou nuvem de pontos, onde o programa cria vértices para posterior desenvolvimento de linhas que comporão a malha poligonal do objeto tridimensional.



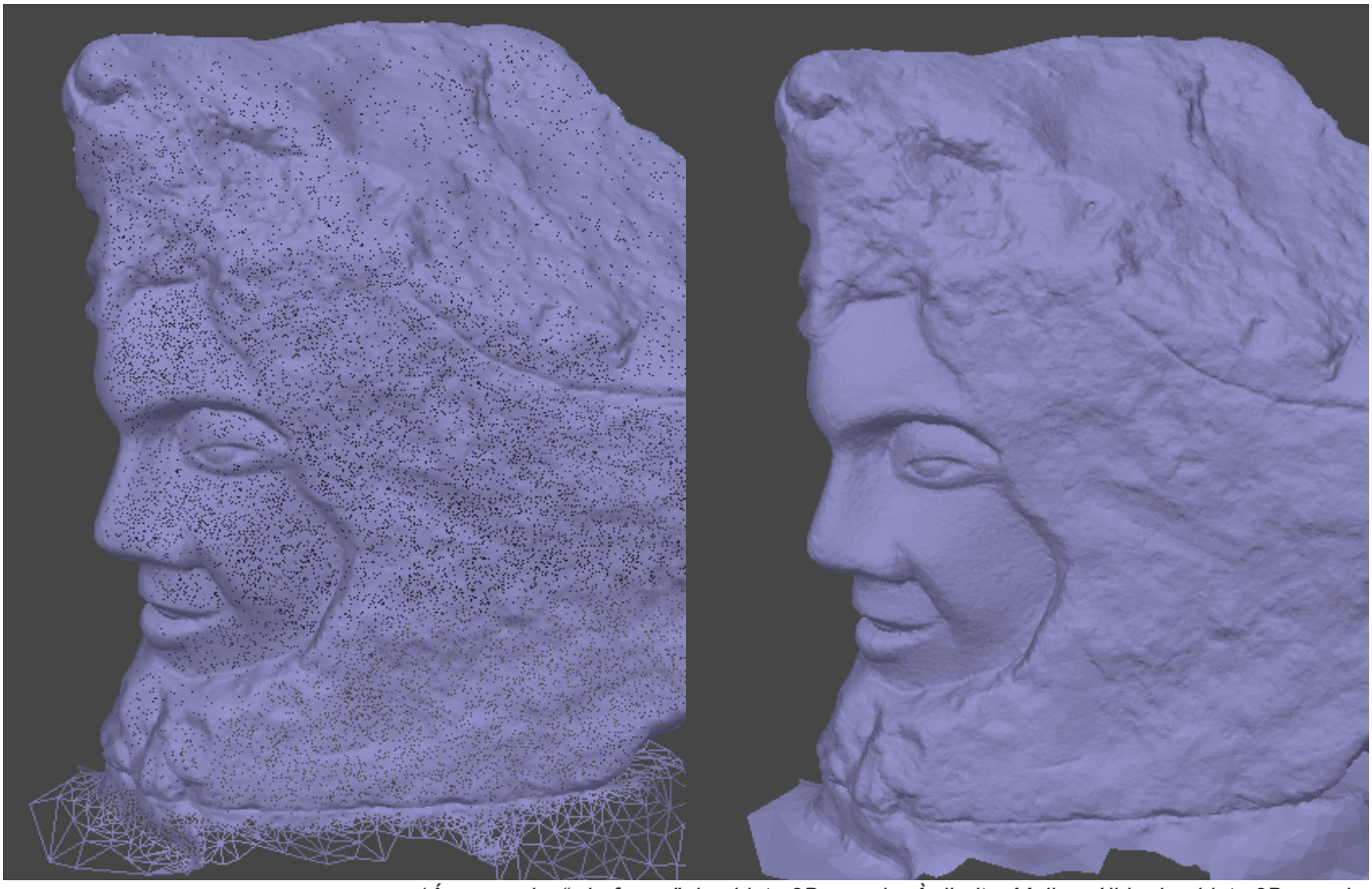
**Visualização de point cloud a partir dos dois lados da escultura.*

O processo de criação de “point cloud”, acontece em duas sub-etapas: na primeira (imagens acima), o software desenvolve uma nuvem de pontos de pouca densidade para o técnico aferir possíveis erros e áreas de não interesse no modelo tridimensional final; e após esta etapa é gerada uma nuvem de pontos mais densa, que será usada como fonte de estruturação da malha na próxima etapa.



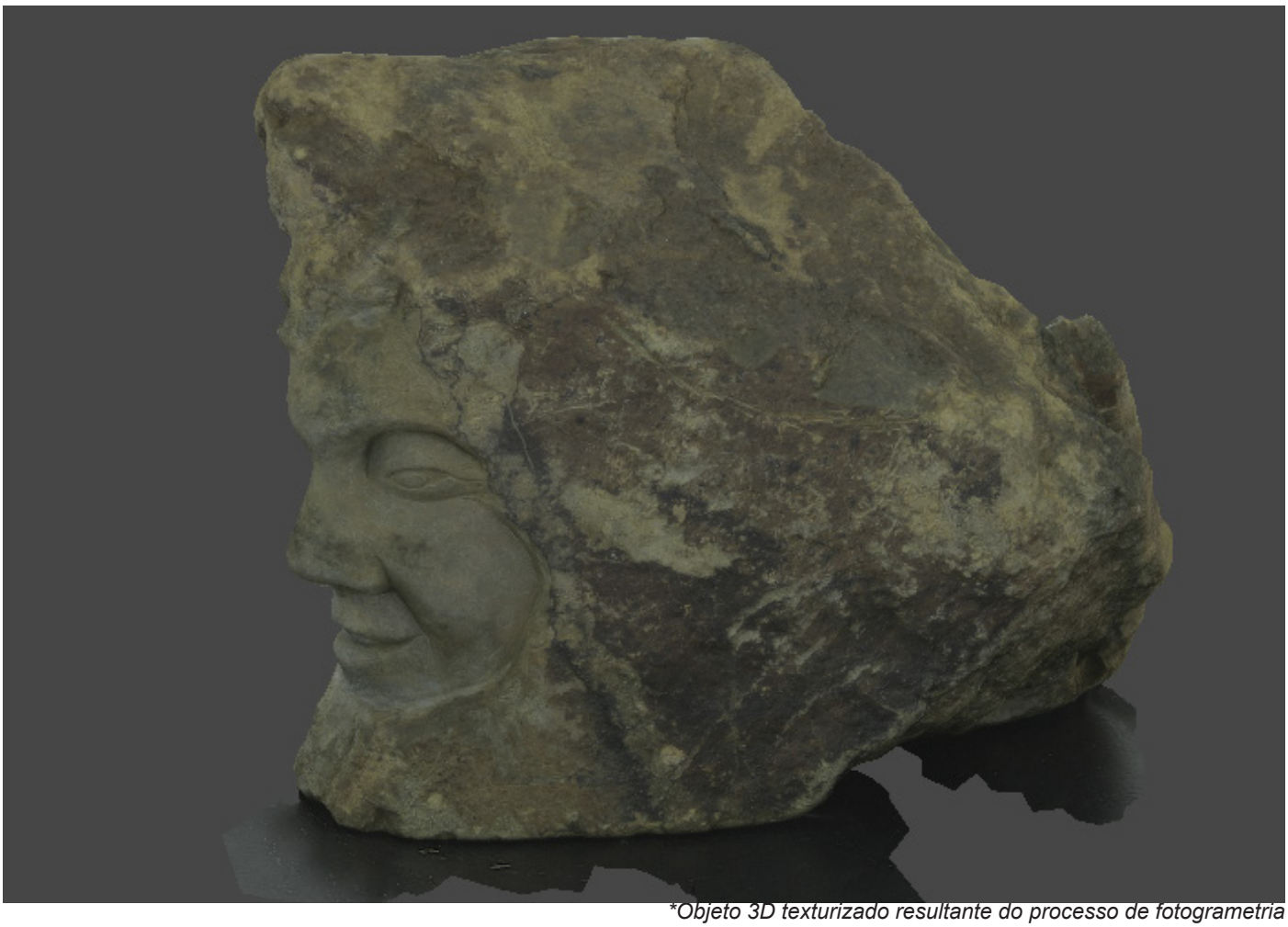
**Á esquerda, point cloud densa, vista de longe; á direita, visualização aproximada do detalhamento de densidade no olho da escultura.*

A partir nuvem de pontos densa gerada na etapa anterior, é processada a criação de malha tridimensional densa. O programa faz a ligação destes vértices, gerando uma malha poligonal tridimensional de alta resolução.



**Á esquerda, “wireframe” do objeto 3D gerado; À direita, Malha sólida do objeto 3D gerado.*

Após o processo de geração de malha poligonal 3D, em uma última etapa, é realizada a texturização do objeto. A partir das imagens geradas e alinhadas na primeira, num processo similar a projeção, a cor e textura são “estampadas” no objeto 3D.



*Objeto 3D texturizado resultante do processo de fotogrametria

O objeto tridimensional resultante deste processo tem alta resolução poligonal e de textura, sendo os aspectos técnicos: Malha poligonal com resolução de 575.997 polígonos, 1.727.991 vértices, textura com resolução de 8192x8192 pixels.

1.5 Conclusão deste processo

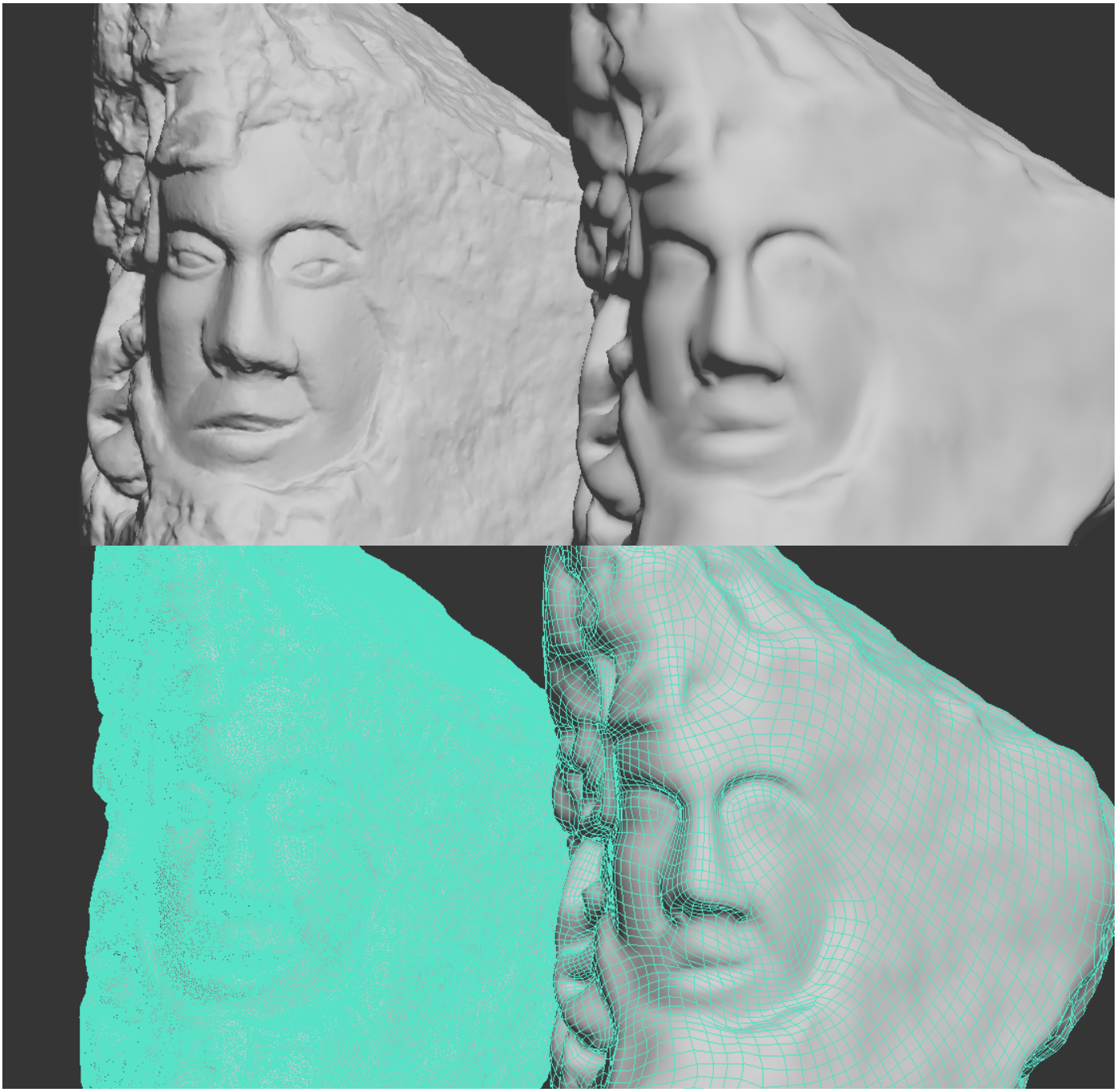
Para além do objetivo principal deste projeto, a captação pelo processo de fotogrametria tem se tornado cada vez mais acessível devido aos avanços em processamento computacional e qualidade de equipamentos fotográficos. Os objetos gerados contam com altíssima qualidade e são de formatos não-prioritários (FBX,OBJ), podendo ser usados e formatados para ínumeras aplicações futuras, não dependendo de plataformas atuais que podem ser descontinuadas.

1.6 Otimização

Para hospedagem das obras dentro de plataformas acessíveis, é necessária a otimização dos objetos 3D gerados. Os arquivos gerado através do processo de fotogrametria são extremamente pesados, podendo ser visualizados atualmente, somente através de programas específicos. O processo de otimização acontece em 5 etapas:

- Retopologia de malha poligonal
- Recriação de coordenadas de textura UV
- Reprojeção de textura
- Criação de mapas de textura que simulem relevos
- Compilação e empacotamento de arquivo para upload

A retopologia, se trata da criação de malha poligonal menos densa a partir de objeto 3D gerado pelo processo de fotogrametria. Para o exemplo aqui utilizado, foi utilizado o software de modelagem e escultura 3D “Zbrush”. A partir de um sistema de linhas guia, é indicado no objeto 3D, áreas de importância (áreas com detalhamento) e de não importância (áreas planas de pouco detalhamento) e através de uma ferramenta automatizada, o software recria o modelo com densidade poligonal menor, um objeto “Low Poly”. Esta é a primeira etapa do processo de otimização.

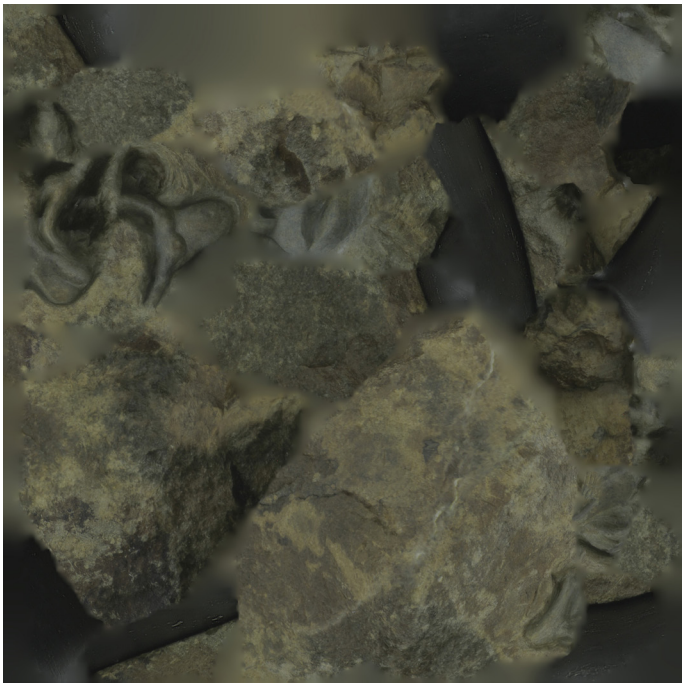


Á esquerda, objeto 3D com alta densidade polígonal(577.000 polígonos). À direita, objeto 3D otimizado (20.000 poligonos)

O modelo tridimensional gerado pela fotogrametria, apesar de sua alta resolução e qualidade, não contem parametros padronizados de coordenada de textura, sendo estas geradas aleatoriamente, não funcionais para otimização e aplicação do objeto em plataformas virtuais.

As coordenadas de textura, quando construídas de forma correta, funcionam de forma similar a “abertura” do objeto tridimensional, como se a superfície do objeto fosse esticada em um plano reto e todos as superfícies ou faces do objeto ficassem visíveis.

A partir do modelo de menor densidade poligonal gerado na etapa anterior, ainda no software Zbrush, é recriada a coordenada de textura, de forma otimizada e padronizada. Em seguida é reprojetada a textura sobre este novo mapa de coordenadas.

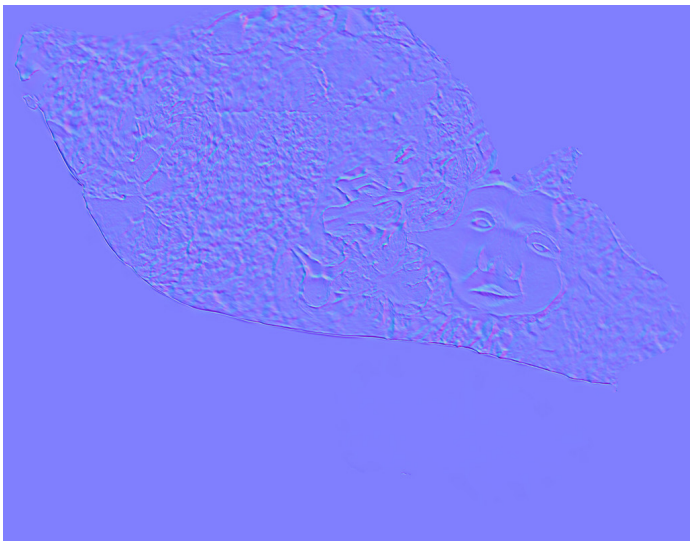


**Á esquerda, coordenadas e textura de objeto de fotogrametria. À direita, coordenadas e textura otimizadas.*

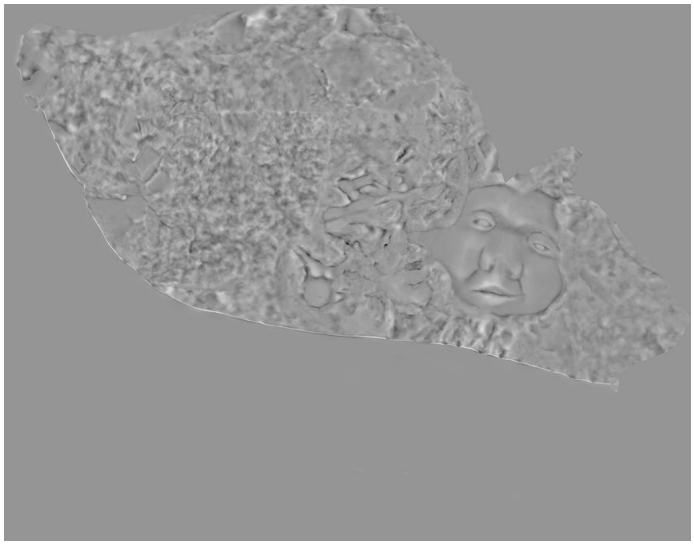
Com a criação deste modelo otimizado a partir da retopologia e retexturização, é resultante um modelo tridimensional de poucos detalhes no seu volume. Detalhes como: pequenos chanfros, defeitos da escultura, como também marcas do processo de criação, se perdem nesse novo modelo tridimensional de baixa resolução.

Para manter a fidelidade ao modelo de alta resolução, são criadas texturas extras, que terão funções de: relevo e profundidade, brilho e oclusão ambiente (simulação de sombreamento).

Ainda no software “Zbrush”, a partir da sobreposição dos modelos de alta e baixa resolução, é processada uma ferramenta de projeção de detalhes. Os elementos e detalhes contidos na malha tridimensional do modelo de alta resolução, são transferidos como texturas extras no modelo otimizado.



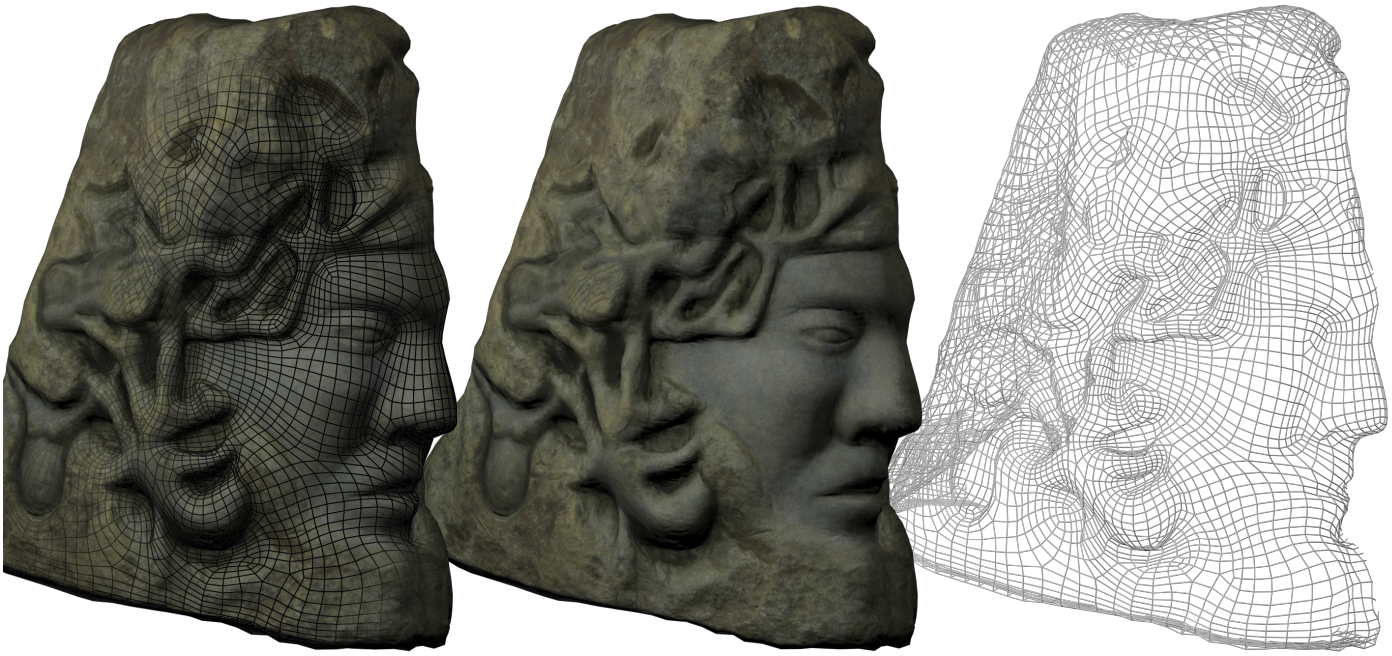
**”Normal Map” - textura utilizada para simular detalhes, relevo e profundidade no objeto 3D.*



**”Specular/Displace Map” - textura utilizada para simular brilho e rugosidade no objeto 3D.*

Á esquerda, objeto 3D em alta resolução, gerado por processo de fotogrametria. À direita, objeto 3D otimizado com baixa resolução e texturas de simulação.

1.7 Conclusão do Processo de Otimização

O processo de otimização de modelos 3D, comumente utilizado nas produções de animação, games, entre outros, é essencial para adequar e otimizar a experiência do usuário. A otimização visa o carregamento rápido da plataforma, melhor fluição da experiência e diminui a possibilidade de travamentos, ampliando a possibilidade de visualização em celulares, computadores e óculos de realidade virtual atuais e ultrapassados.

Link de visualização de escultura otimizada no site scketchfab:
https://sketchfab.com/3d-models/gi-seld-a-escul-pture-c577b548090444b0b08741bd12537ea9