



# INTRODUÇÃO À FOTOGRAMETRIA

**Projeto Erasmus+: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262**

Este Projeto Erasmus+ foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflete apenas os pontos de vista dos autores, e a Comissão Europeia e as Agências Nacionais Erasmus+ não podem ser responsabilizadas por qualquer utilização que possa ser feita das informações aí contidas.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**BIMVET3**

## 1- Objetivos:

Os objetivos deste documento são:

- Contextualizar o aluno no assunto fotogrametria.
- Conhecimento teórico sobre a existência de diferentes ferramentas de captura e processamento.
- Mostrar ao aluno diversos casos de uso que podem ser utilizados no campo da fotogrametria.
- Proporcionar aos alunos uma visão geral dos possíveis usos da fotogrametria.

## 2- Metodologia de aprendizagem:

O professor fornecerá uma explicação do material com exemplos práticos.

Para avaliar as realizações do ensino prático, cada aluno escreverá breves descrições e responderá às perguntas fornecidas.

- Câmera fotográfica.
- Drone.
- Programas de processamento.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**BIMVET3**

### **3- Duração do tutorial:**

A duração do tutorial estará condicionada se for realizada apenas a leitura e síntese do próprio material ou se, pelo contrário, forem exploradas algumas das ferramentas ou metodologias explicadas, podendo variar entre 1h-4h.

### **4- Recursos de ensino necessários:**

Este documento, para adquirir os conhecimentos básicos.

Ferramentas nomeadas disponíveis para coleta e processamento de dados:



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**BIMVET3**

# ÍNDICE

1. O que é Fotogrametria?
  - 1.1. Definição.
  - 1.2. Como funciona?
  - 1.3. Novas tecnologias para a obtenção de dados 3D.
    - 1.3.1. Câmera.
    - 1.3.2. Drone.
    - 1.3.3. Software.
    - 1.3.4. Novas tecnologias de visualização e difusão.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

BIMVET3

# ÍNDICE

## 2. Usos da fotogrametria.

### 2.1 Fotogrametria em BIM.

2.1.1. Modelação.

2.1.2. AR/VR.

2.1.3. Impressão 3D.

2.1.4. Nova construção.

2.1.4. Reabilitação.

2.1.5. Demolição.

2.2 SIG.

2.3. Videogames.

2.4. Ensino.

2.5. Património.

## 3. Anexos.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

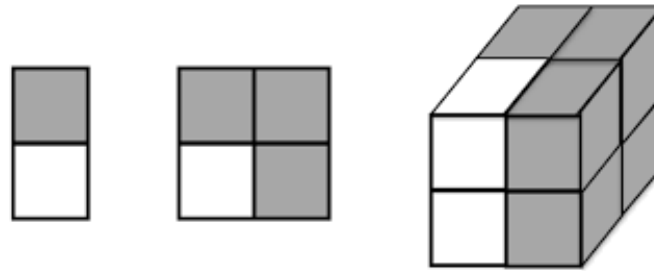
**BIMVET3**

# 1. O que é a fotogrametria?



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

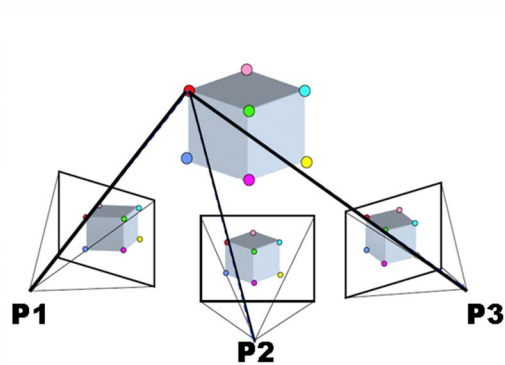




A fotogrametria digital é um processo de digitalização de informações através do qual é possível reconstruir morfológica, volumétrica e cromaticamente um elemento físico como terreno, objetos ou edifícios. Transformando as informações métricas 2D contidas nas fotografias, como espaço e profundidade, assim como a textura, processando-as e convertendo-as em informações 3D, obtendo como resultado nuvens de pontos que representam os valores anteriores.

A fotogrametria pode ser classificada como aérea ou terrestre, em função do ambiente e da ferramenta utilizada para realizar o trabalho de campo. Em primeiro lugar, é realizada por meio de uma câmera no caso de terrestre ou um drone equipado com uma câmera no caso de ser aérea.

A fotogrametria digital é baseada em um cálculo realizado por programas informáticos especializados que transformam as informações 2D coletadas nas fotografias e as converte em 3D, agregando valores adicionais como volume ou profundidade.



A principal ferramenta computacional é realizada encontrando pontos homólogos nas diferentes fotografias, mediante este processo são calculadas as distâncias relativas entre o ponto e o fotogrametrista, para triangular e atribuir uma coordenada nos eixos X e Z a esse ponto.

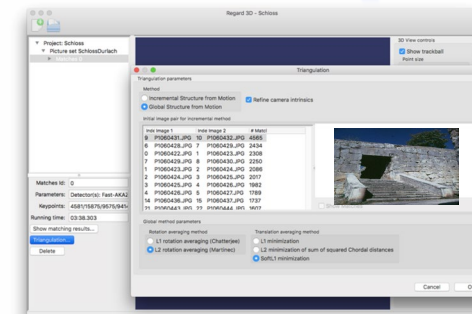


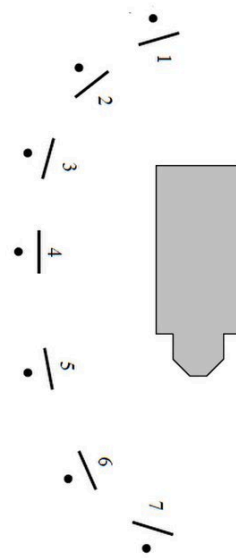
As fotografias tiradas do objeto, imóvel, edifício ou terreno em questão, são carregadas em um programa especial onde o cálculo é desenvolvido, criando pontos homólogos por sobreposição das fotografias, tiradas com ângulos e planos concisos para desenvolver corretamente sua união, intercalando partes perfeitamente visíveis que são usados pelo programa para selecioná-los e compilá-los, criando assim as áreas de sobreposição. Essas áreas sobrepostas são as zonas e partes entre 2 ou mais fotos.



O programa cria pontos homólogos analisando essas zonas comuns de sobreposição, selecionando os pontos comuns. Quanto mais vezes um ponto for coletado, mais precisamente ele será representado, e o processo é realizado conforme mostrado nas imagens seguintes.

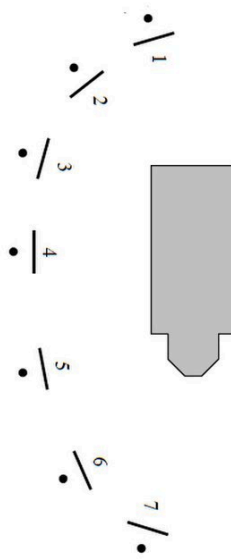
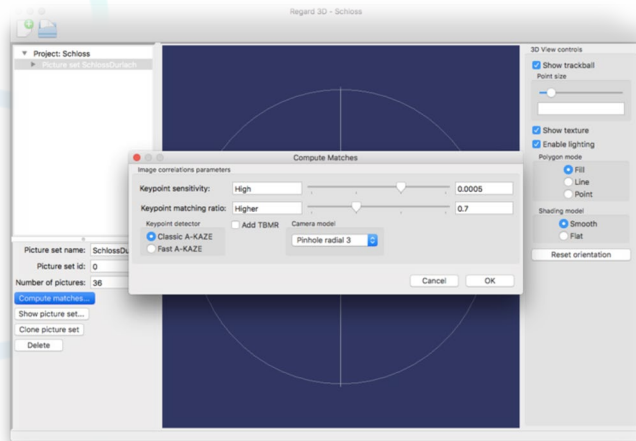
Sempre se recomenda uma sobreposição superior a 70% para que o processo de vinculação e processamento de pontos seja mais eficiente.





- **Trabalho de campo:** As fotografias 2D podem ser tiradas no local ou em estúdio sob condições controladas.

- **Ferramentas:** Dependendo da ferramenta utilizada para a coleta de dados, esta pode ser principalmente aérea com o uso de drones, por exemplo, ou terrestre com uma câmera reflex.



- **Trabalho de escritório:** Se realiza após a obtenção dos dados, com auxílio de equipamentos informáticos e programas especializados, por meio dos quais são realizados os processos de obtenção de grandezas e montagem de informações tridimensionais.

- **Ferramentas:** Podem ser programas de montagem de nuvens de pontos, programas de edição e outros programas que permitem trabalhar para diferentes usos.

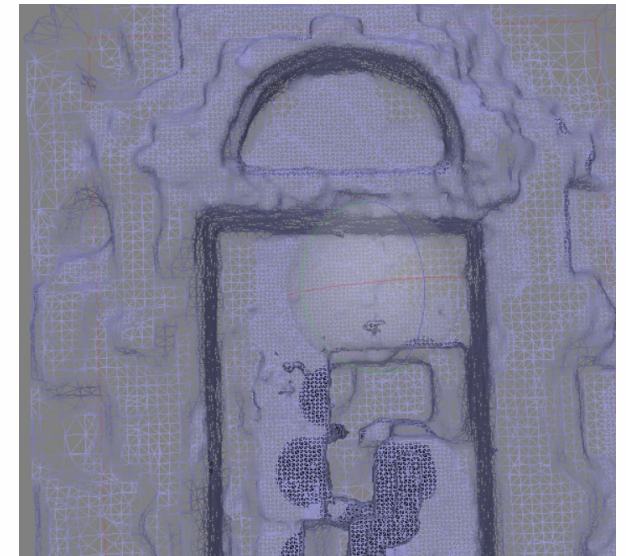
Os resultados obtidos imediatamente após o processamento da imagem são, em primeiro lugar, a chamada nuvem de pontos, onde se visualizam os pontos homólogos encontrados e, a partir dela, é possível criar a chamada malha poligonal, que é a representação unificada e robusta da nuvem de pontos.

### Nuvem de pontos



Conjunto de pontos homólogos  
documentados na fotografia com coordenadas  
X,Y,Z.

### Malha poligonal



União de pontos homólogos que atuam como  
vértices, unindo-se de forma coerente, criando  
uma figura poligonal com superfícies.



### Nuvem de pontos:

A captura da realidade por meio de programas fotogramétricos pode gerar, diferentemente dos resultados de um scanner a laser, a subdivisão do processo de obtenção de uma nuvem de pontos em dois, uma primeira mais simples e outra mais densa formada por um número maior de pontos.



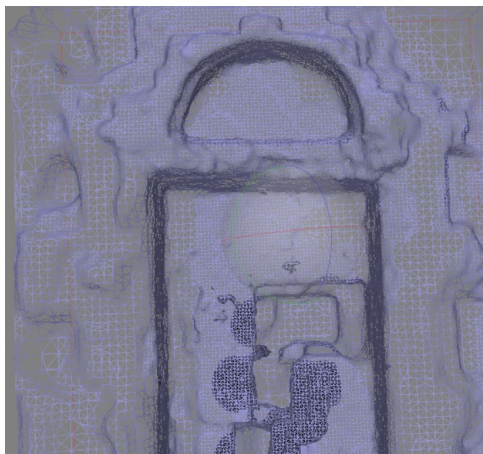
Primeira nuvem de pontos, resultante do alinhamento das imagens processadas.



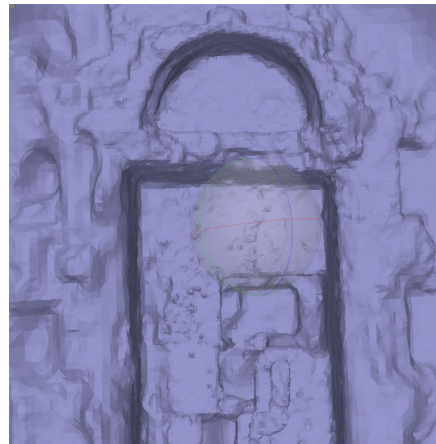
Nuvem de pontos densificada, com a triangulação de novos pontos em relação e sobre a nuvem antiga.

### Processo de malha poligonal:

A malha poligonal é formada por um grande número de pontos homólogos que formam os vértices dos polígonos que a compõem, esses polígonos podem adquirir diferentes formas, assim como preencher suas faces, colori-las e texturizá-las de acordo com os pixels das imagens processadas .



Malha de arame.



Malha sombreada.



Malha de cor.



Malha texturizada.



**Câmeras:** As câmeras são as principais ferramentas utilizadas dentro da técnica fotogramétrica, são responsáveis por capturar imagens tiradas de ângulos e posições concisas para obter delas a posterior documentação 3D.

Câmeras de telemóveis ou câmeras reflex de uso comum são as principais ferramentas da fotogrametria. As fotografias devem ser tiradas com uma metodologia específica para que haja uma sobreposição de mais de 70%, portanto cada fotografia deve capturar 70% das informações antigas e 30% das novas. Este padrão gradual deve ser aplicado até que o último centímetro do elemento a ser documentado seja capturado.



**Lentes:**

Um dos principais mecanismos das câmeras são as lentes ou objetivas fotográficas, essas peças costumam ser as mais marcantes de toda a câmera, geralmente consistem em uma forma cilíndrica de plástico rematada por um vidro em sua base externa, simulando um olho humano. As lentes podem ser intercambiáveis em câmeras reflex e é uma das partes mais importantes para o funcionamento da câmera e dela dependem em grande parte, tanto o efeito, quanto a qualidade da imagem capturada.

Sem a lente da câmera, o resto do mecanismo só poderia capturar a luz ambiente. É aqui que encontramos o termo distância focal fotográfica, isso é medido em milímetros e é a representação da distância entre o sensor e a lente, portanto a uma distância maior é possível capturar um campo de visão menor e vice-versa, pois é o zoom manual que consegue adaptar essa magnitude dentro dos parâmetros da objetiva.



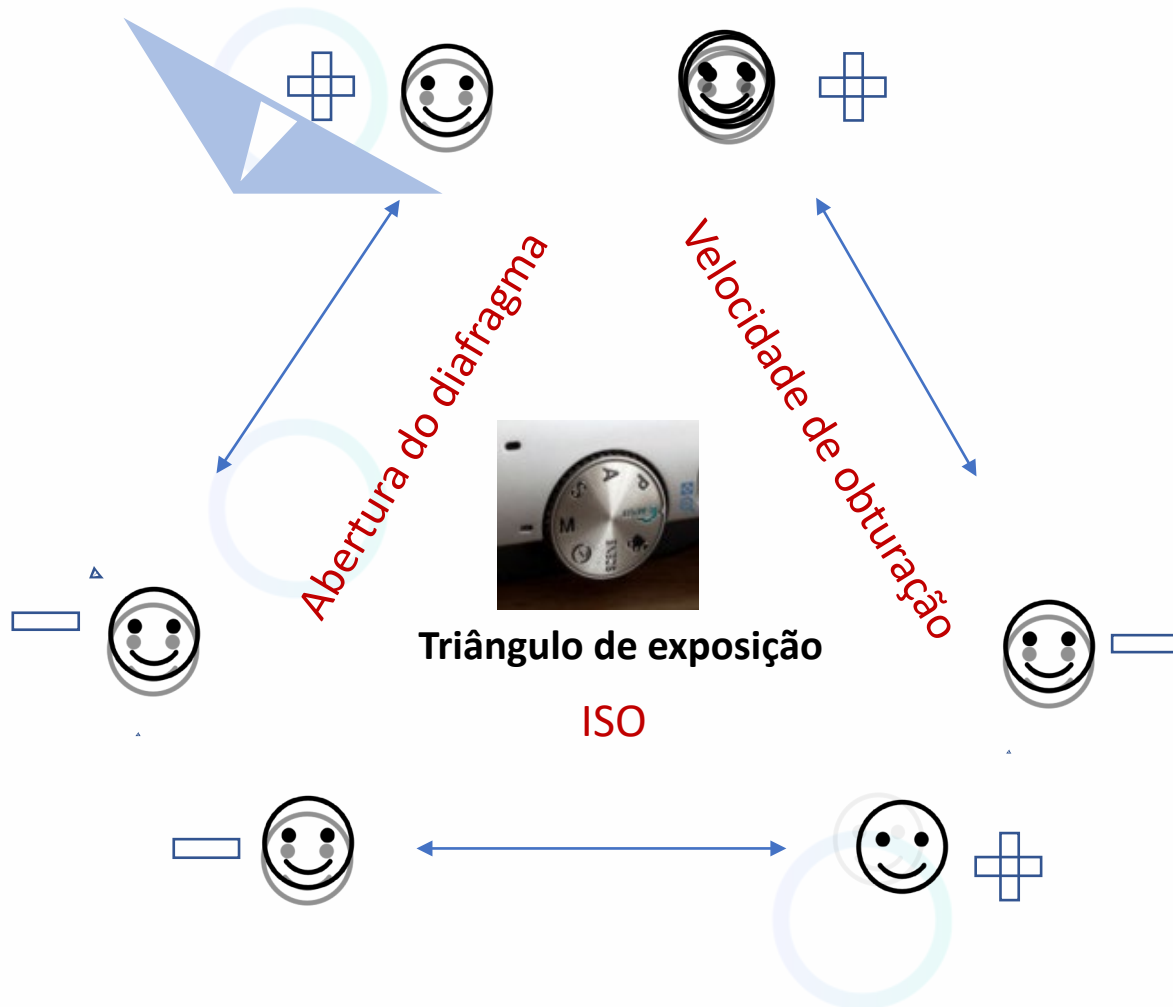


### Lentes para fotogrametria:

**Lentes de Zoom:** As lentes de zoom são as mais consumidas em todo o mundo, pois grandes empresas têm fabricado essas lentes como elemento padrão para a venda de suas câmeras. São lentes adaptáveis às condições de iluminação, têm uma boa qualidade de imagem e são fáceis de usar.

**Lentes fixas:** São lentes fixas, que possuem uma distância focal única, portanto não podem fazer zoom fisicamente, são lentes que captam uma grande quantidade de luz, o que significa que podem funcionar de forma eficaz em locais com pouca iluminação.

As lentes fixas de 50 mm são as mais utilizadas no campo fotogramétrico, devido à baixa distorção de campo que produzem, enquanto outras lentes, como a grande angular ou as lentes olho de peixe, são descartadas do uso fotogramétrico, pois causam o efeito contrário.



### Exposição:

A exposição em uma câmera fotográfica, é a quantidade de luz que o sensor da câmera recebe. Diferentes variáveis dependem disso, cada uma de maneira diferente, ajustam e desajustam a composição de luz que se aplica na captura, isto afeta as cores, iluminação ou brilho.

Existem diferentes modos de edição para a realização da captura fotográfica:

**P:** Automático.

**A/AV:** Apertura da porta.

**S/TV:** Velocidade de obturação.

**M:** Manual.

O ISO se pode mudar em cada modo de captura.

As variáveis são dependentes entre si, uma boa fotografia se baseia no ponto ótimo de calibração das variáveis segundo as condições de iluminação do entorno, estas se representam no chamado triângulo de exposição.



F.4



F.12



**Abertura do diafragma:** Tem uma relação direta com a luz, consiste na ação de abrir e fechar a lente para controlar a quantidade de luz que a atravessa.

A abertura fotográfica ou de diafragma é calculada em f-stops e sua numeração é indiretamente proporcional à quantidade de luz que ela deixa passar, por exemplo, uma configuração F.12 deixa passar menos luz que uma configuração F.4.

A escolha da abertura é de grande importância para a fotogrametria, dela depende principalmente o futuro cálculo das profundidades. A abertura fotográfica também está diretamente relacionada com a profundidade de campo capturada na imagem, pois quanto maior a abertura da lente, mais desfoque ela terá nos elementos que não são capturados em primeiro plano, distorcendo todos os elementos que estão atrás; quanto menor for, melhor foco terá e, portanto, maior nitidez encontraremos na representação de todas as profundidades e distâncias.



1" Velocidad lenta

Hora de  
apertura



1/1000 Velocidad  
rápida

Hora de  
apertura



**Velocidade de obturação:** Tem uma relação direta com o mecanismo de obturação, um mecanismo que abre e fecha no interior da câmera para permitir a entrada de luz, a velocidade com que o mecanismo realiza a manobra é variável e afeta a velocidade do obturador. A velocidade do obturador é medida em frações de segundo, embora também possa ser feita em segundos inteiros.

Portanto, afeta a exposição do sensor das seguintes maneiras:

**Manobra Repetida Rapidamente:** O obturador permanece aberto por um período de tempo mais curto, o que permite a passagem de menos luz e produz uma imagem mais escura.

**Manobra Repetida Lentamente:** quanto mais tempo se mantenha aberto o obturador, mais luz ele deixará passar e mais brilhante será a imagem.

Se o obturador for mantido aberto por muito tempo, pode degenerar a imagem com um mínimo movimento da câmera.



**ISO fotográfico:** É uma variável de exposição direta da sensibilidade do sensor à luz, portanto, possui um valor de escurecimento e clareamento para a fotografia.

Ao aumentar o ISO o sensor será mais sensível à luz, sendo possível capturar imagens em ambientes escuros.

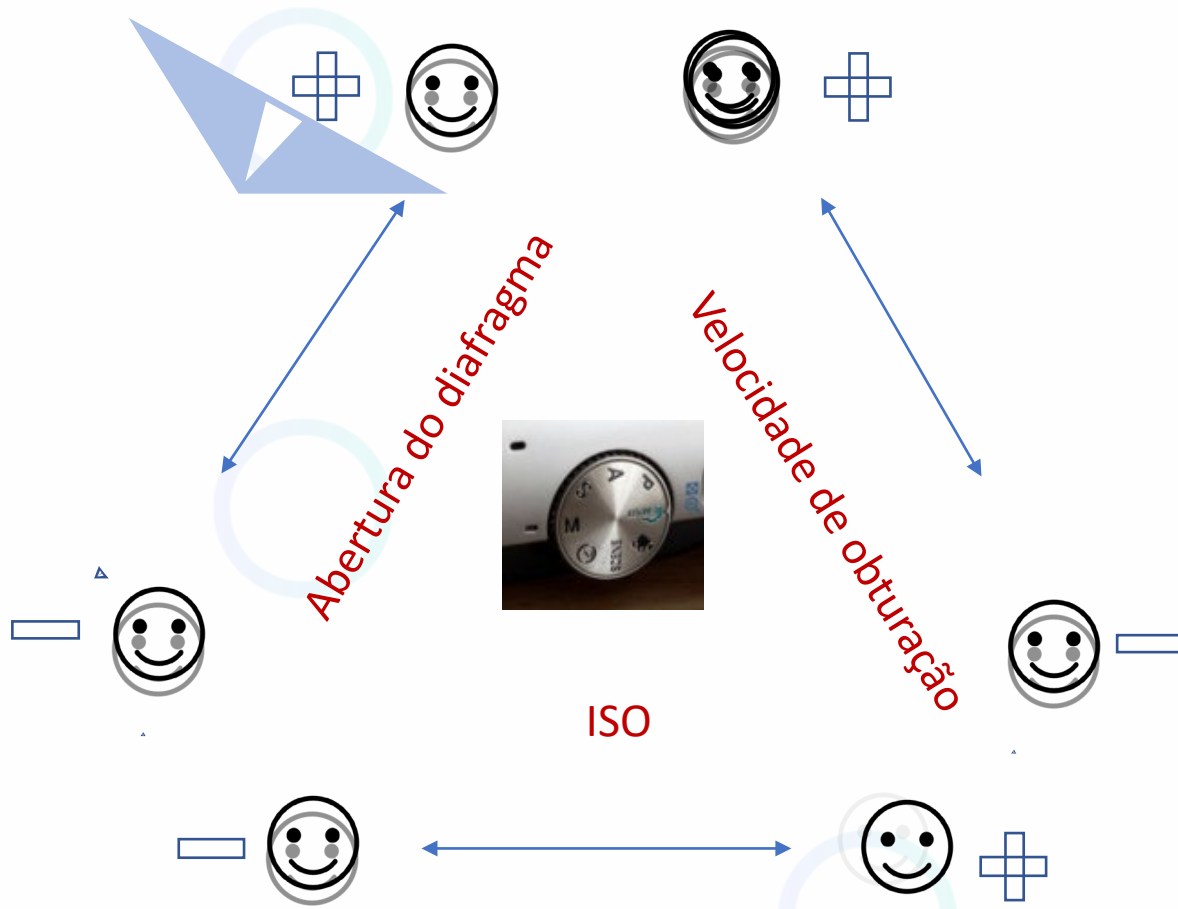
Em ambientes com muita luz natural, pode-se utilizar o ISO mínimo, se houver sombra 200 aumentando em função da escuridão, mas sempre como último recurso, porque abusar do ISO pode piorar consideravelmente a qualidade da imagem, favorecer a aparência de grãos e distorção de cores e texturas.

ISO 6400



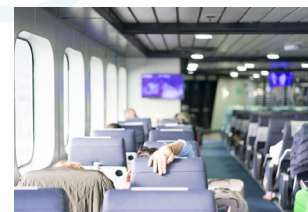
ISO 100



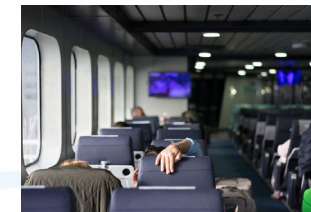


**Modo automático:** O modo automático das câmeras faz referências luminosas e adapta as variáveis às condições de iluminação existentes, para obter os melhores resultados nas capturas fotográficas.

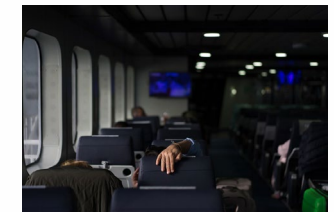
Se as variáveis não estiverem bem calibradas, é possível encontrar diferentes cenários como a sobre-exposição, onde a composição será muito brilhante, com um aumento da luminosidade, ou o resultado oposto, a subexposição, onde a luz não terá a quantidade de iluminação e uma proliferação de sombras será capturada..



Sobreexposto



Bem exposto



Subexposição



**Drones:** Os drones equipados com câmeras têm padrões semelhantes aos anteriores, são ferramentas de trabalho muito úteis, esses dispositivos voadores não tripulados permitem obter dados a partir do ar.

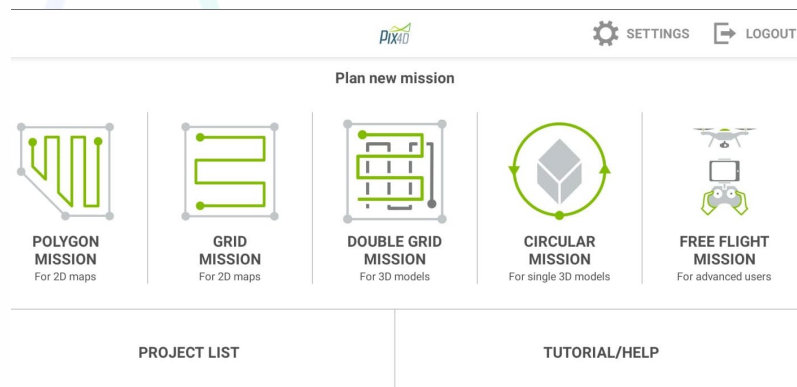
Os principais tipos de drones são de asa fixa e multi-rotor. Os drones podem transportar uma câmera RGB, térmica ou Lidar, bem como uma combinação de nuvens de pontos aéreas e terrestres, por exemplo, nuvens de pontos criadas por um scanner a laser terrestre e uma nuvem fotogramétrica gerada por um drone.



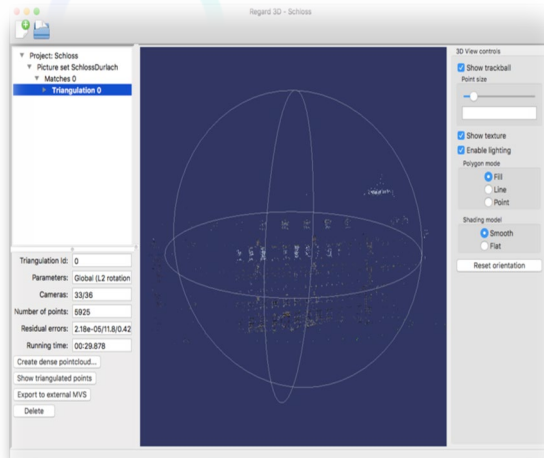


O drone pode voar e tirar fotografias com o controlo manual do comando, mas existem programas e aplicações para dispositivos móveis como tablets ou smartphones que conectam o comando e o drone, servindo como suporte para diferentes tipos de missões de voo.

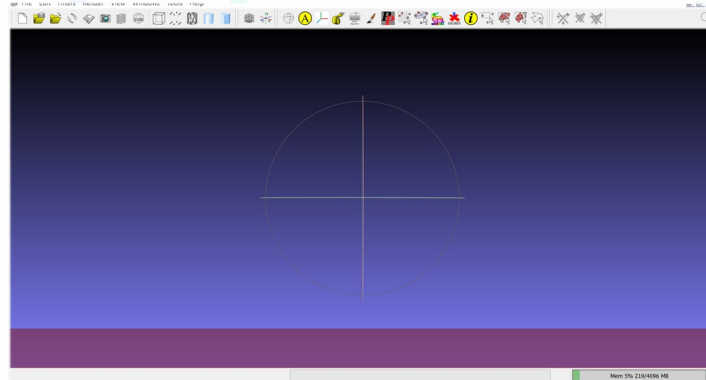
A missão é planeada com rotas selecionadas e premeditadas através de um mapa virtual, onde é possível escolher o modo de voo, altitude e o número de capturas fotográficas desejadas, entre outras opções.







**Software:** Existem diferentes tipos de software para a montagem, gestão e edição de diferentes tipos de conteúdo e elementos 3D. Alguns destes programas são especializados apenas em fotogrametria aérea ou até permitem o cálculo de dados obtidos por diferentes técnicas fotogramétricas em conjunto com dados digitalizados com scanners a laser. Outro tipo de software existente é a gestão e edição, embora os anteriores tenham ferramentas básicas para editar os resultados 3D obtidos, estes softwares têm mais opções para editar e obter dados.



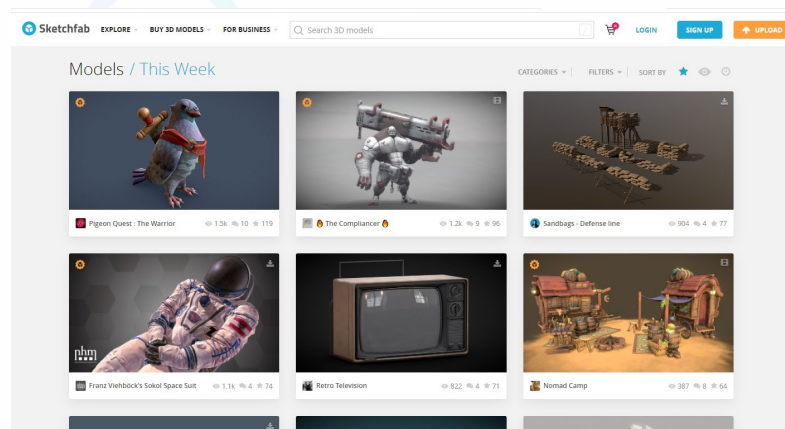
**Software de pós-processamento:** Após a obtenção do recurso tridimensional através do processamento da informação das imagens capturadas, é possível que o resultado obtido não seja inteiramente satisfatório ou que o programa que utilizamos careça de um grande número de ferramentas avançadas para a gestão e edição de malhas ou nuvens de pontos, pelo que é conveniente pós-processar o recurso tridimensional, podendo obter grandes resultados como melhorar a textura, simplificar a nuvem de ponto, submetê-la a uma reordenação.

Programas gratuitos como o Meshlab ou o instantmesh ajudam-nos a melhorar ao máximo os nossos recursos tridimensionais.

**Plataformas de divulgação:** existem plataformas online que permitem carregar e visualizar elementos 3D de diferentes tipos. Estes elementos podem ser vistos nestas plataformas por múltiplas razões, quer para a usufruí-las, para publicidade ou para mostrar os serviços que podem ser oferecidos, divulgação cultural e científica, ensino...

**Divulgação da fotogrametria na sociedade:** Grande parte dos processos fotogramétricos foram automatizados graças às novas tecnologias, o que permitiu a sua utilização por utilizadores não profissionais, que praticam esta disciplina como hobby, criando uma comunidade mundial.

### Sketchfab

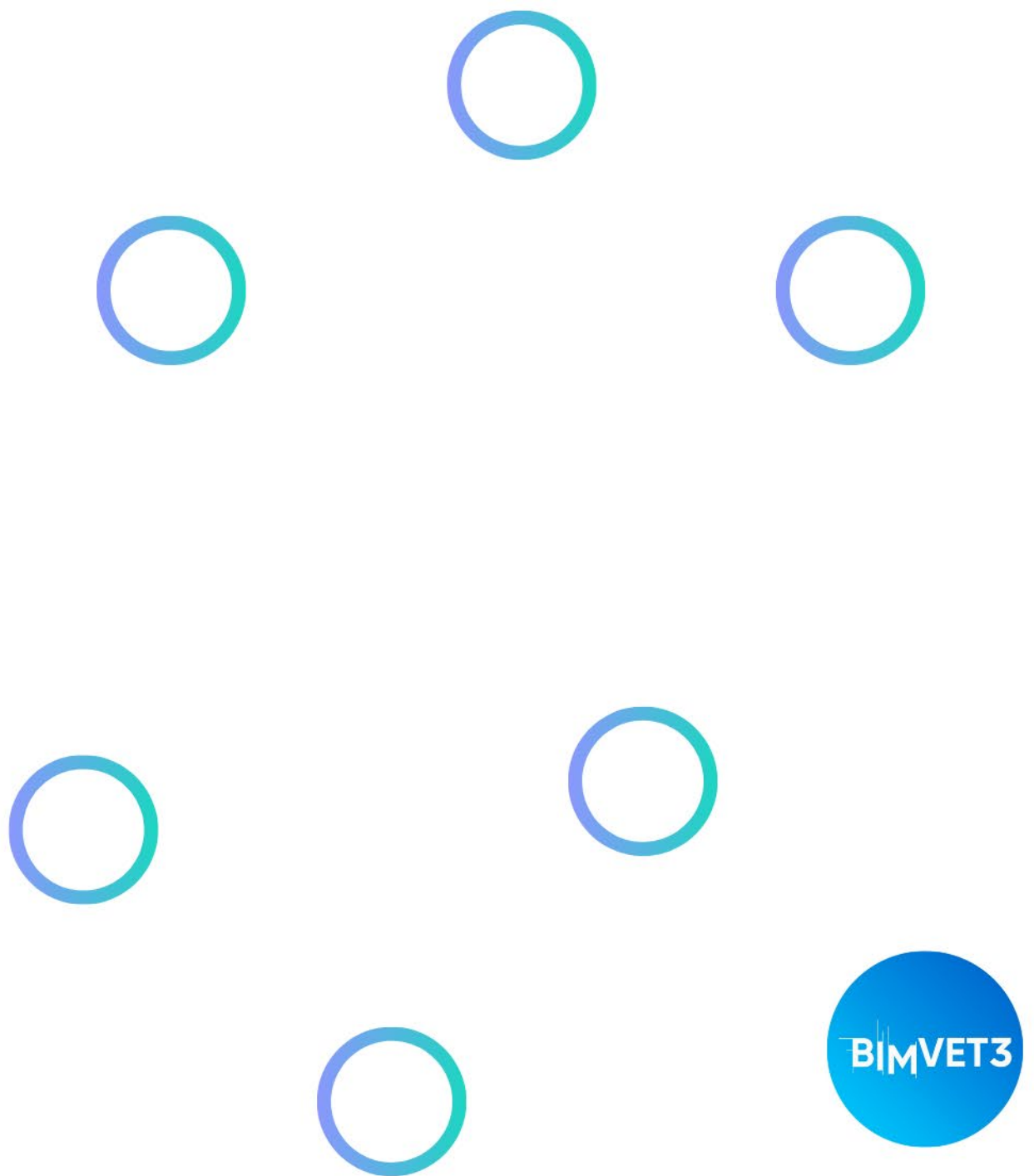


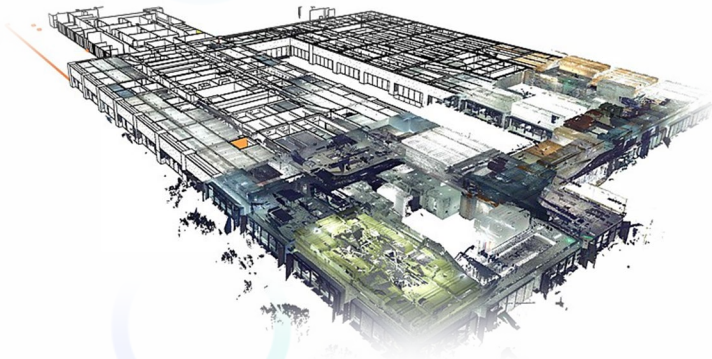
Clique nas imagens para aceder ao seu conteúdo

### Bibliocad



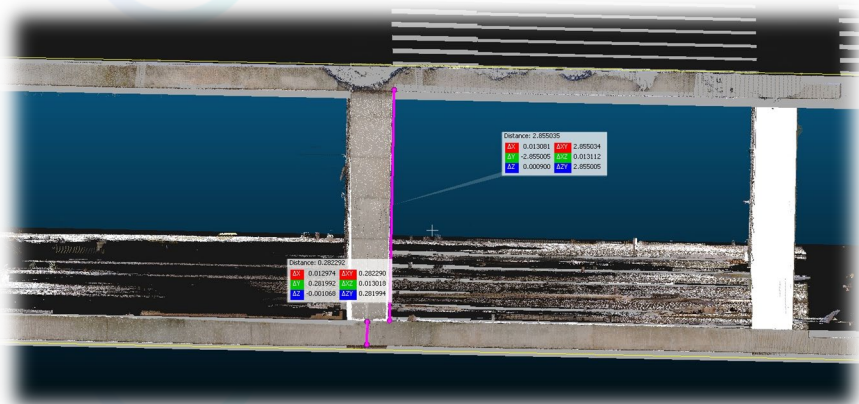
## 2. Usos da fotogrametria





**BIM:** A fotogrametria pode ser ligada ao projeto BIM desde a fase de projeto até à execução, controlo de construção e posteriormente em inspeções, renovações do edifício em questão ou demolição.

Desde o início com estudos fotogramétricos no terreno, permite medições e aplicação de estudos do solo. Mais tarde no controlo de obras, o uso da realidade aumentada para este e outros usos, criando informação que pode ser contrastada com as novas capturas da realidade que são desenvolvidas em diferentes inspeções a serem comparadas com estas primeiras, da mesma forma que os processos de renovação também são muito úteis, uma vez que graças à captura de nuvens de ponto, permite modelar com um programa de arquitetura o ambiente construído criando um modelo "as built".



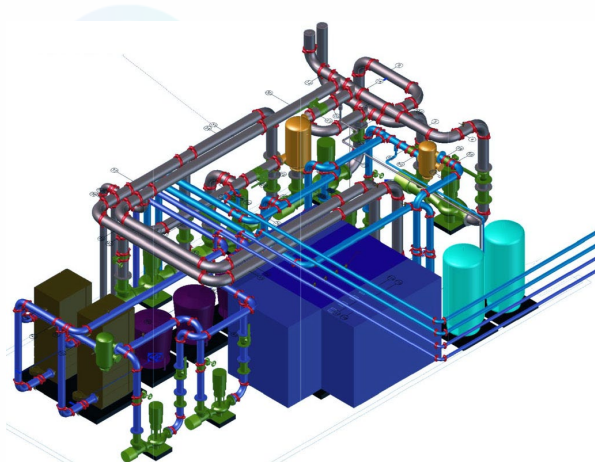
**Modelação:** Os modernos programas de modelação 3D especializados em arquitetura têm ferramentas de desenho e edição semelhantes às utilizadas no CAD, que permitem pesquisas tridimensionais reais.

A captura de uma nuvem de pontos de um edifício, ou área construída, juntamente com a aplicação destes programas, permite criar produtos como planimetria atualizada com as medições, dimensões e distribuição dos espaços reais.



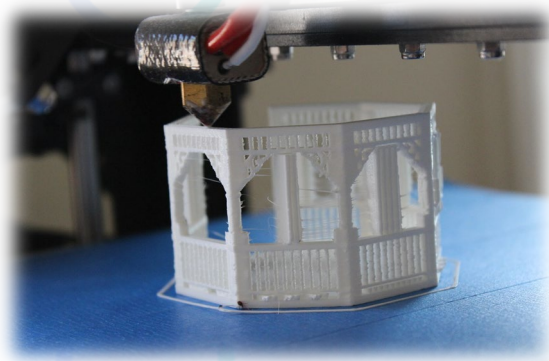


**VR/AR:** Dentro da Realidade Virtual e Realidade Aumentada, devemos distinguir os diferentes agentes que, juntamente com a fotogrametria, a tornam possível: Parte física como o suporte de reprodução, que pode variar de acordo com a tecnologia ou uso, podendo ser reproduzido a partir de um computador, tablet, smartphone ou inovadoras lentes estereoscópicas, existe outra parte intangível, como o software instalado nestes dispositivos para oferecer a reprodução do conteúdo.



A existência da nuvem de pontos bruta ou da malha poligonal da mesma, permite que seja reproduzida em qualquer dispositivo, mas é geralmente completada com um modelo tridimensional da construção para ser capaz de observar diferentes elementos ou desvios imprevistos. Além de permitir o controlo do desenvolvimento das obras, este tipo de tecnologia é amplamente utilizado em sistemas de tubagem.

Estes instrumentos estabeleceram-se como ferramentas arquitetónicas sustentáveis, uma vez que não necessitam de recursos ambientais para a sua reprodução.



### **Impressão 3D:**

A impressão 3D é uma atividade cada vez mais procurada em vários sectores. No sector da construção é possível encontrar impressão 3D em diferentes áreas e com uma utilidade variável. Obtendo de uma malha poligonal e exportá-la em formatos de ficheiro compatíveis com impressoras 3D, como STL.

**Projetos:** Trabalhos de investigação sobre materiais compósitos para betão e construção.

**Comercialização:** Com a impressão de modelos de plástico ou materiais de concreto.

**Trabalhos de construção:** Impressão de elementos arquitetónicos, como painéis de parede, ornamentos e molduras, entre outros.





### **Nova Construção:**

A aplicação da ciência fotogramétrica dentro do BIM, num novo projeto de construção, começa com a varredura fotogramétrica do terreno onde a obra é projetada.

Durante a fase de execução, a inclusão de processos fotogramétricos pode ser muito útil para eliminar imperfeições tais como desvios de pilares ou placas em excesso. Isto fornece informações valiosas em primeira mão e está disponível para elaboração de relatórios.

A existência de informações fotogramétricas proporciona segurança, controlo e transparência.



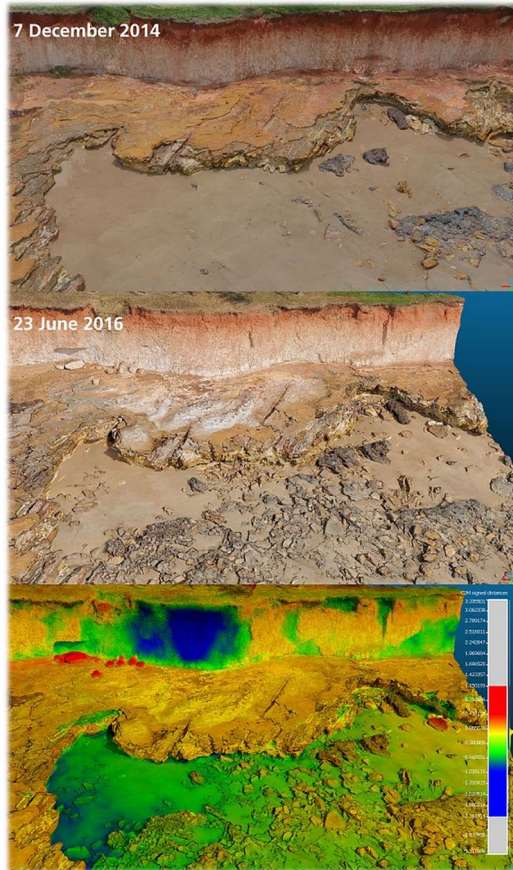
**Reabilitação:** A fotogrametria pode ser uma técnica de captação de realidade de grande importância durante o processo de reabilitação de um edifício, uma vez que a partir da obtenção de nuvens de pontos e da sua aplicação num software especializado de arquitetura como o Revit, é possível propor as novas distribuições e espaços da propriedade, podendo documentar todas as divergências nos planos 2D existentes, permitindo a elaboração dos novos.

No caso da reabilitação de um edifício histórico, a documentação digital permite recuperar elementos ornamentais, molduras originais do edifício, permitindo, graças à sua captura tridimensional, a sua réplica subsequente, poder utilizar o produto 3D, mesmo para impressão aditiva.

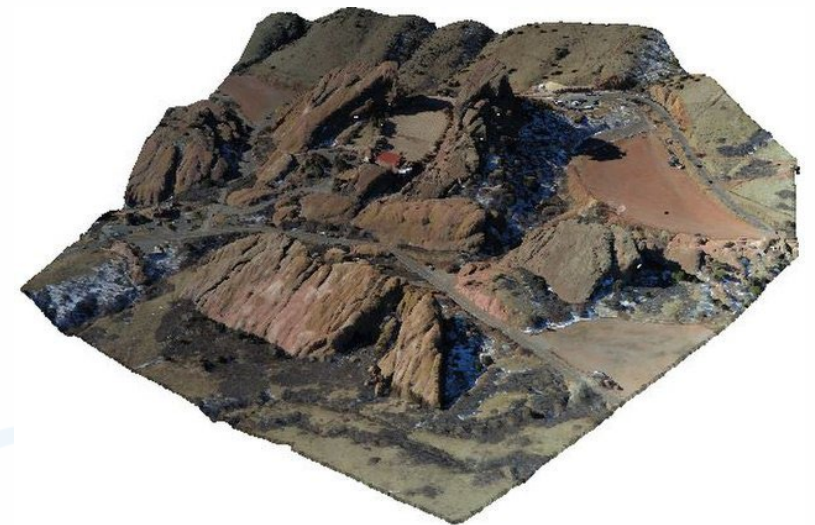


**Demolição:** As operações de demolição estão sujeitas a rigorosas medidas de segurança, com a criação de um modelo BIM “as built” do chamado gémeo digital. O gémeo digital, obtido através de documentação fotogramétrica, é uma ferramenta valiosa que pode gerar simulações, gerir e desenvolver o plano de demolição da forma mais precisa e adaptável. Permite também gerar um plano adequado de gestão de resíduos.



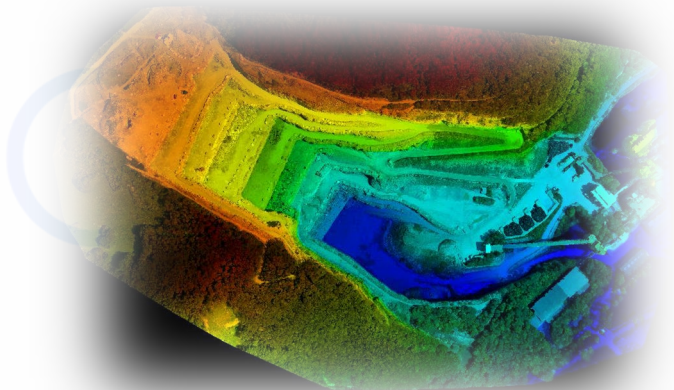


A aplicação da fotogrametria aos estudos geotécnicos está intimamente ligada, uma vez que foi criada para cartografia desde a sua criação. Atualmente, a captura de imagens aéreas captadas por drones permite uma reconstrução total do terreno e do território que é utilizado para o controlo de áreas protegidas, estudos geológicos ou a subdivisão de terrenos e propriedades.



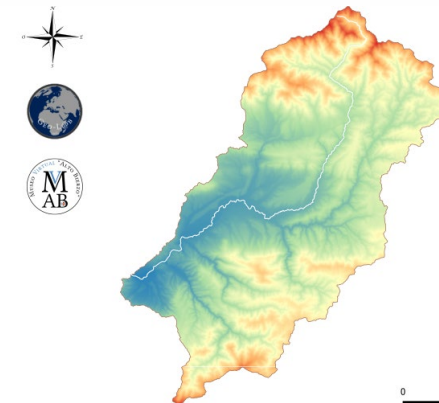
### MDS:

O Modelo de Superfície Digital é um modelo tridimensional com inúmeros valores. Inclui toda a vegetação, relevo ou infraestruturas existentes, portanto, todos os elementos bióticos e antrópicos.



### MDT:

O Modelo de Terreno Digital é um modelo tridimensional com valores concisos. Quando todas as informações que não se referem ao relevo natural do terreno nu forem eliminadas, sem vegetação ou outros elementos naturais ou antrópicos.

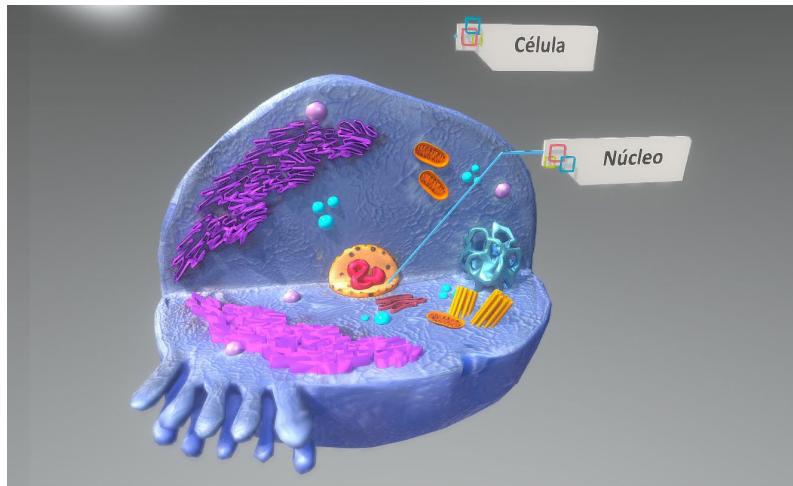




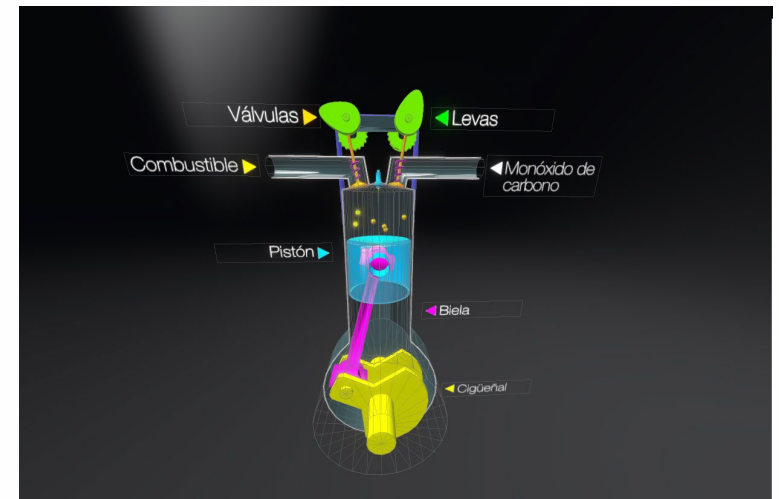
A indústria dos videogames também se beneficia desta metodologia, que permite importar resultados fotorealistas nas suas criações. Sagas como Assasins Creed são alguns dos projetos em que métodos fotogramétricos têm sido usados para obter diferentes objetos, texturas ou personagens.



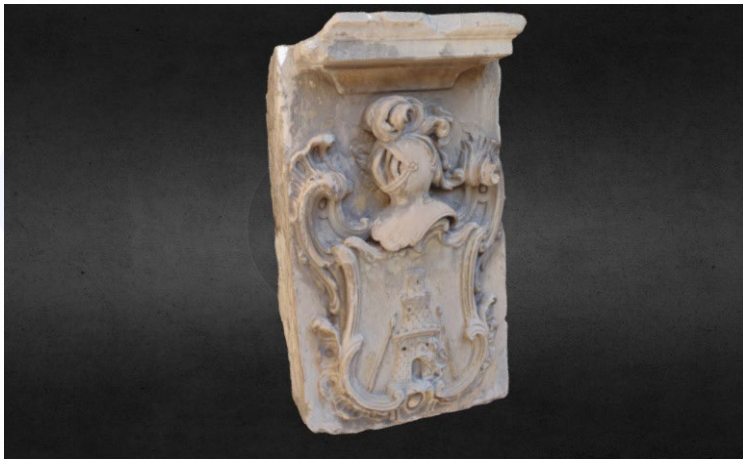
Numerosos estudos defendem o uso de elementos tridimensionais dentro do ensino a todos os níveis, desde o ensino secundário, passando pela arquitetura e história da arte, até uma escola de medicina em que um coração vivo pode ser observado em funcionamento ou no ensino superior em que as partes de um motor de um carro são avariadas.



Clique nas imagens para aceder ao seu conteúdo 3D.



É utilizado para os mesmos usos anteriormente mencionados, quer para controlo, documentação para estudo ou divulgação como um elemento de publicidade e apreciação. Uma vez que o património é algo que deve ser analisado e controlado para o preservar, estudá-lo e, finalmente, partilhá-lo com a sociedade como um todo para o seu uso e apreciação, plataformas como a Sketchfab fornecem um serviço de repositório e visualização gratuito e servem como ferramentas de divulgação poderosas.



Clique nas imagens para aceder ao seu conteúdo 3D.





- **Fotogrametria digital:** Técnica de documentação tridimensional baseada no cálculo dos valores 2D contidos nas fotografias.
- **Drone:** Aparelhos aéreos não tripulados, operados a partir do solo.
- **Asa fixa:** Tipo de drone cujo principal elemento de voo é a posse de uma asa grande.
- **Multirotor:** Tipo de drone equipado com hélices que giram em direções diferentes para pilotar a aeronave.
- **Pontos homólogos:** Elementos posicionados e repetidos nas fotografias que são dotadas de coordenadas (X, Y, Z) e representadas.
- **Nuvem de pontos:** Uma coleção de vértices representados por pontos homólogos que imitam a forma e o volume do elemento capturado.
- **Malha poligonal:** Superfície criada juntando os vértices da nuvem de ponto.
- **Lente:** Vidro circular ligado à lente que permite passar a luz no interior da câmara.
- **Distância focal:** Distância medida em mm entre a lente da câmara e o sensor, geralmente registada no cano da lente.
- **Lente grande angular:** Comprimento focal curto e lente de campo de visão larga.
- **Lente de olho de peixe:** Uma lente grande angular que leva 180° de fotografia e usa a sua grande distorção visual para criar os efeitos desejados na fotografia.
- **Lente de zoom:** Lentes que lhe permitem variar o comprimento focal usando um zoom físico, a mais utilizada no mundo.



- **Lente fixa:** Uma lente que permite apenas um campo focal e, portanto, não pode fazer ajustes de zoom físicos.
- **ISO:** Opção de ajuste que permite aumentar o brilho da luz no escuro, alterando o sensor de luz.
- **Abertura da câmera:** Opção de abertura e fecho da lente que é utilizada para regular a luz que passa pela lente.
- **Velocidade do obturador:** Opção de ajuste no mecanismo que lhe permite abrir e fechar o obturador nos tempos e repetições pretendidos.
- **Realidade aumentada:** Tecnologias que adicionam e reproduzem informação virtual tridimensional sobre a realidade através da utilização de dispositivos móveis como tablets ou smartphones, entre outros.
- **Realidade virtual:** Tecnologias que favorecem uma experiência imersiva de simulação de objetos e um mundo tridimensional.
- **Impressão 3D:** Técnica de criação de elementos através de uma impressora 3D carregando um design digital e obtendo o design físico.
- **BIM:** Metodologia constituída por um conjunto de processos utilizados na construção e engenharia utilizando um modelo virtual partilhado para monitorizar os trabalhos de construção.
- **Gémeo digital:** Representação digital de um edifício, com as características visuais e físicas do original.
- **Geotecnia:** Disciplina que utiliza métodos científicos para a interpretação e conhecimento dos solos.
- **MDS:** Modelo tridimensional que processa todos os elementos que compõem a informação capturada.
- **MDT:** Modelo tridimensional que processa e foca a sua análise na superfície da terrestre nua.

## 6- Resultados:

O aluno terá de fazer um teste de multiresposta com 3 opções, onde apenas uma delas está correta.

## 7- O que aprendemos:

O aluno aprendeu o funcionamento interno da fotogrametria, a relação de pontos homólogos, nuvens de pontos e malhas poligonais, bem como as diferentes ferramentas de captura fotogramétrica e as suas funções e variáveis internas.

O aluno conheceu o uso da técnica fotogramétrica na construção exterior, bem como os seus diferentes usos e utilidades, na obra, no controlo e na divulgação.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**BIMVET3**