



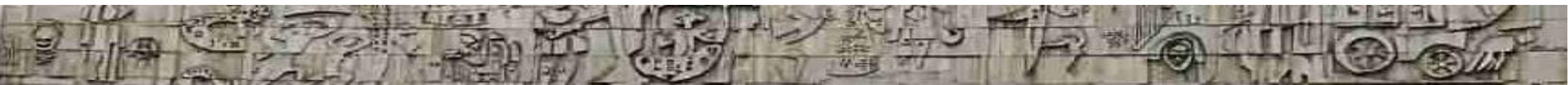
# Fotogrametria terrestre

Profa. Ana Paula Kersting

Prof. Jorge Centeno

UFPR

DGEOM





# Definição **A fotogrametria**

é uma tecnologia de medição que visa

- obtenção de informações confiáveis sobre objetos físicos ou sobre o ambiente,

Com base em:

- processo de registro de radiação eletromagnética refletida (principalmente na faixa do visível e infravermelho)
- e interpretação da variação espacial do registro da radiação no plano da imagem



# Tipos de fotogrametría

- **Aérea.** Envolve geralmente o uso de aviões ou satélites para obter imagens da superfície da terra, cobrindo extensas áreas.
- **Terrestre.** Neste caso, os sensores fotográficos estão localizados ao nível do solo e não sobem no ar. Pode ser usando câmeras instaladas em tripés, ou a bordo de automóveis (mobile mapping).
- **Aérea de curta distância:** Neste caso, os sensores fotográficos estão localizados em pequenas plataformas móveis que podem sobrevoar os objetos ou contorná-los.



## Close range photogrammetry



- Os mesmos princípios de medição que regem a fotogrametria aérea são aplicados na fotogrametria terrestre (fotogrametria de curto alcance), porém não desde uma perspectiva predominantemente vertical, mas com tomadas oblíquas e horizontais.
- A Fotogrametria de Curto Alcance (FCA) baseia-se na reconstrução do objeto a partir de várias imagens de uma perspectiva diferente (muitas vezes, as fotos são convergentes), para garantir uma geometria adequada de raios que se cruzam.
- A fotogrametria de curto alcance deve estar naquela situação em que a distância (alcance) da câmera ao objeto de interesse está entre 1 m a aprox.300 metros.



# A Fotogrametria Terrestre

a primeira forma de fotogrametria, pois no início não existiam aviões ou satélites.

As imagens de Fotogrametria Terrestre são usadas para medir objetos de até cerca de 100 m de tamanho, pois são obtidas a curta distância (close range Photogrammetry).

Podem ser usada para:

- Medir edifícios e fachadas (fotogrametria arquitetônica),
- Medir pedreiras ou escavações (minas),
- preservação de evidências de acidentes de trânsito,
- Produzir pequenos mapas

Os objetos devem ser fotografados em pelo menos duas fotografias para se obter dados tridimensionais.

As posições das câmeras podem ser medidas previamente, ou calculadas a partir de pontos das imagens com coordenadas conhecidas (orientação exterior).



Mais recentemente, surgiram outros métodos para coleta de dados tridimensionais a curta distância, como

- LiDAR terrestre
- Câmeras de distância (ToF)

E ainda

- as câmeras digitais e tornaram menores, com maior capacidade
- Pequenas plataformas (drones) foram produzidos, capazes de carregar pequenas câmeras
- Os processos fotogramétricos foram altamente automatizados



# Programas utilizados em fotogrametria

- No mercado atual existem centenas de programas.
- **Autodesk ReCap.** É usado para obter modelos 3D a partir de fotografias. Geralmente seu produto é exportado a um CAD para processamento dos dados.
- **Metashape Agisoft.** Também serve para obter modelos 3D a partir de fotografias, mas é mais interativo, permitindo também fazer medições dentro do próprio modelo produzido.
- **Pix4D.** É usado para obter modelos 3D a partir de fotografias e processar os dados, com a vantagem de estar disponível em plataformas de smartphones, como Android e IOS.
-



# Programas free

Também existem programas FREE

- |               |                     |                       |      |
|---------------|---------------------|-----------------------|------|
| • KIRI Engine | Aerial, Close-Range | iOS, Android, Browser | Free |
| • COLMAP      | Aerial, Close-Range | Windows, macOS, Linux | Free |
| • Meshroom    | Aerial, Close-Range | Windows, Linux        | Free |
| • MicMac      | Aerial, Close-Range | Windows, macOS, Linux | Free |
| • OpenMVG     | Aerial, Close-Range | Linux, Windows, MacOS | Free |
| • Regard3D    | Aerial, Close-Range | Windows, macOS, Linux | Free |
| • VisualSFM   | Aerial, Close-Range | Windows, macOS, Linux | Free |





# Exemplos de aplicação

## 1. Aplicações em Engenharia Civil:

1. Medição de túneis.
2. Medição e Monitoramento de deformações de estruturas.

## 2. Aplicações industriais.

1. Medição de deformações ou levantamento de instalações

## 3. Aplicações forenses e na medicina

1. Registro de cenas de crime, acidentes de trânsito
2. Modelagem do corpo humano

## 4. Aplicações em arquitetura e patrimônio cultural

1. documentação de edifícios, modelagem 3D de edificações.  
Modelos de superfícies livres.

## 5. Modelos de superfícies livres.

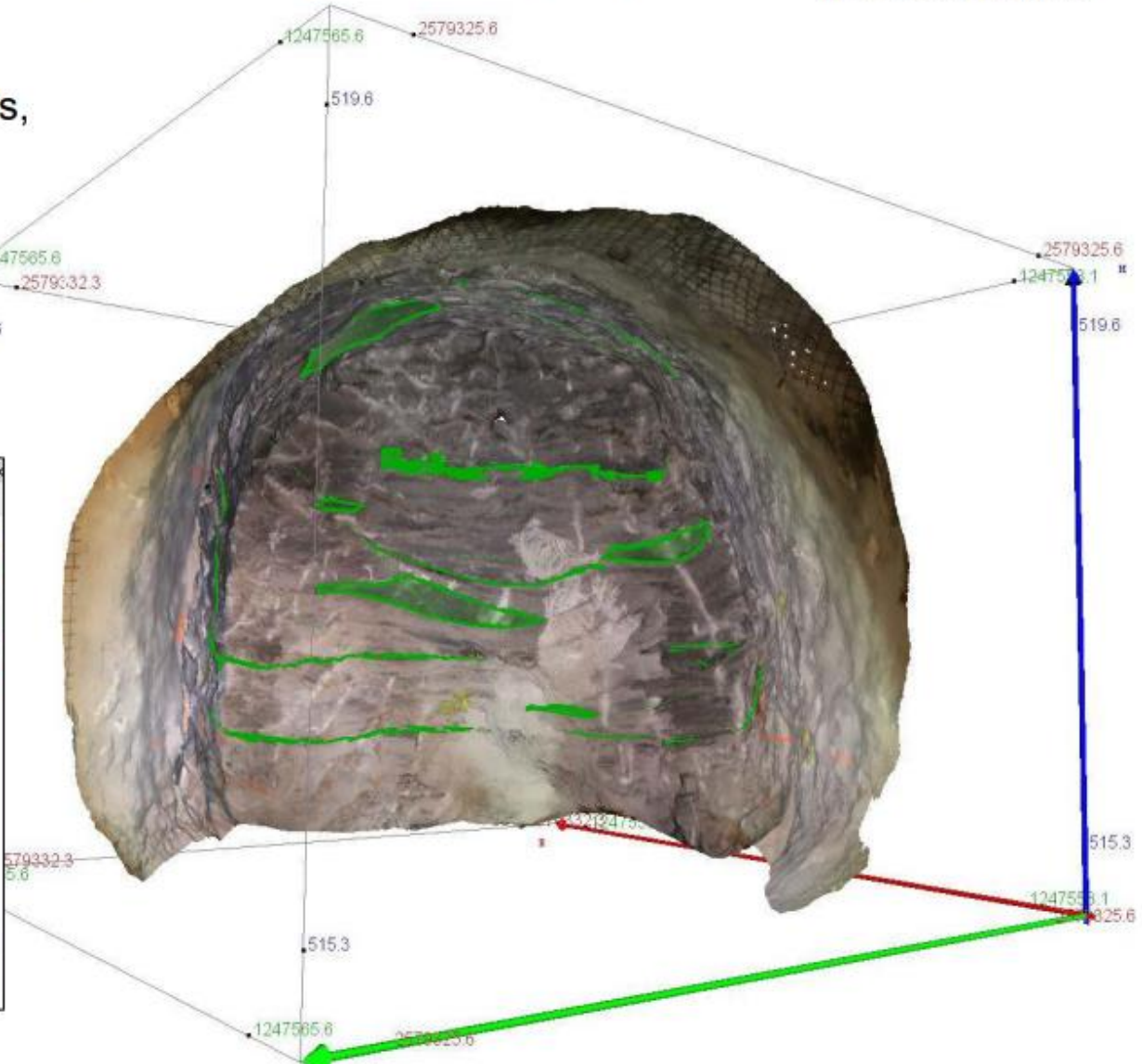
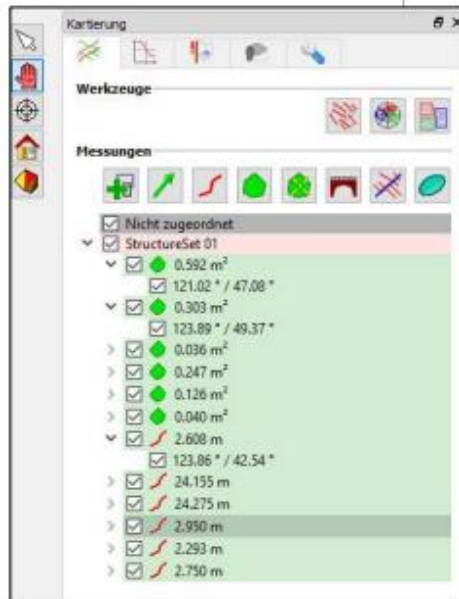


# Túneis

## Result of photogrammetry and mapping

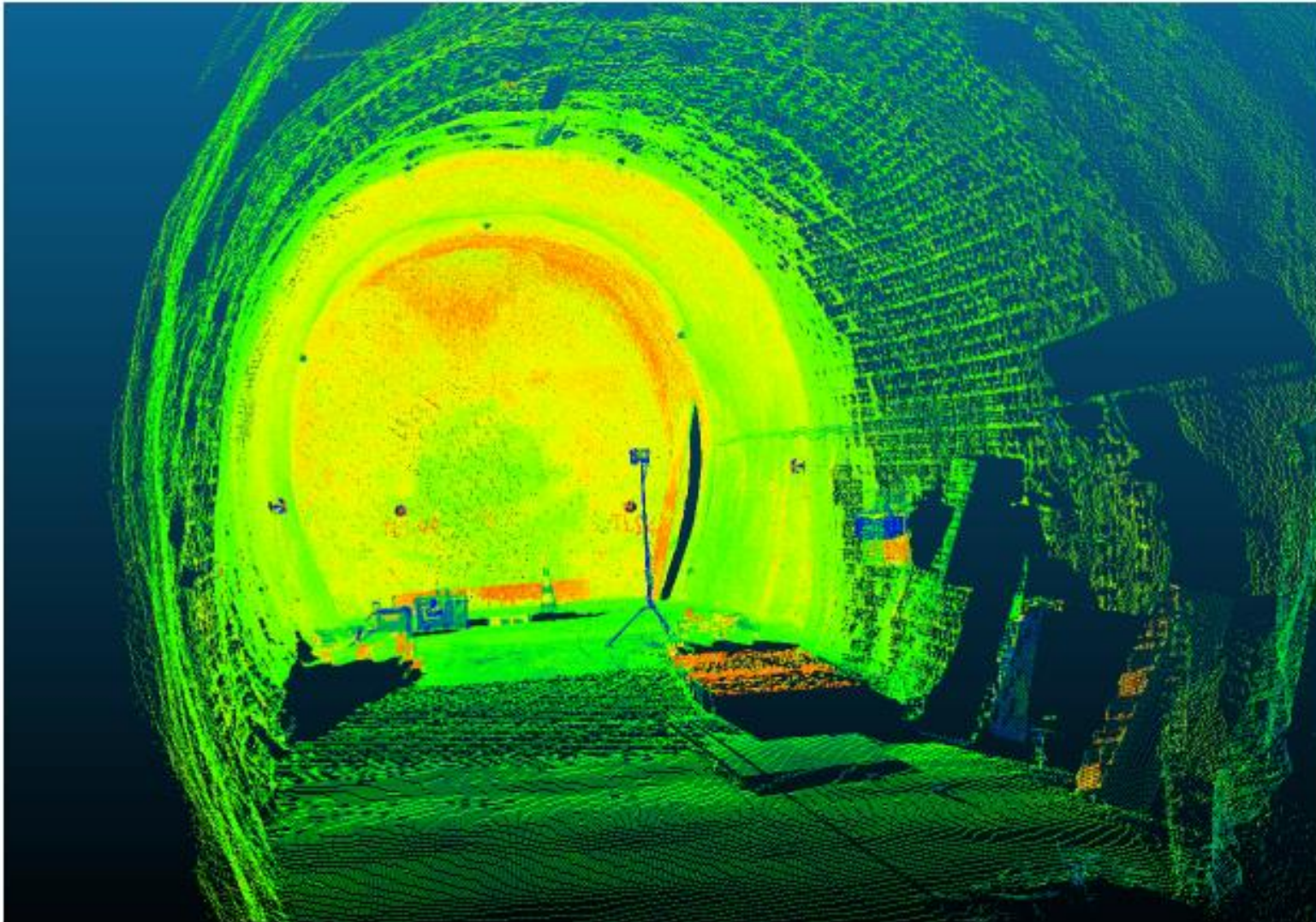


- Orientation of polylines or surfaces, georeferenced!
- Stereoplots
- Calculation of volumes
- Cross sections





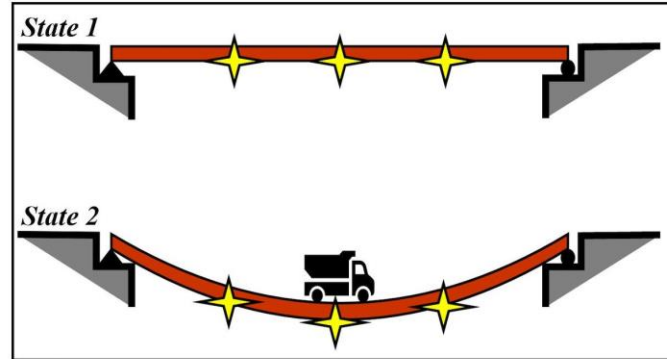
## Thickness of shotcrete – integration of laser scanning data





# deformações

## *TASK:*



★ *Measurement Locations*

## *SETTING:*



## *METHOD:*

*(1) Photogrammetry and Structure from Motion*

*(2) Point Cloud Analysis*

*Millimeter-scale deformations, Sub-millimeter errors*

Full-Scale Highway Bridge Deformation Tracking via Photogrammetry and Remote Sensing  
by William Graves, Kiyarash Aminfar and David Lattanzi



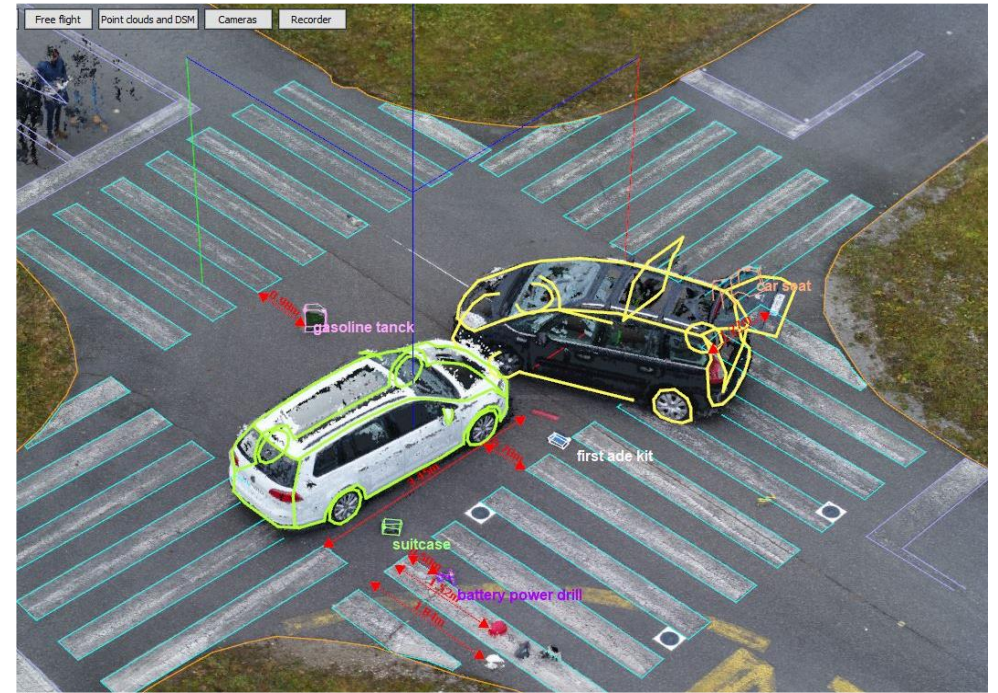
# Documentação forense



- An Automatic Image-Based Modelling Method Applied to Forensic Infography
- Sandra Zancajo-Blazquez , Diego González-Aguilera , Higinio Gonzalez , David Hernandez



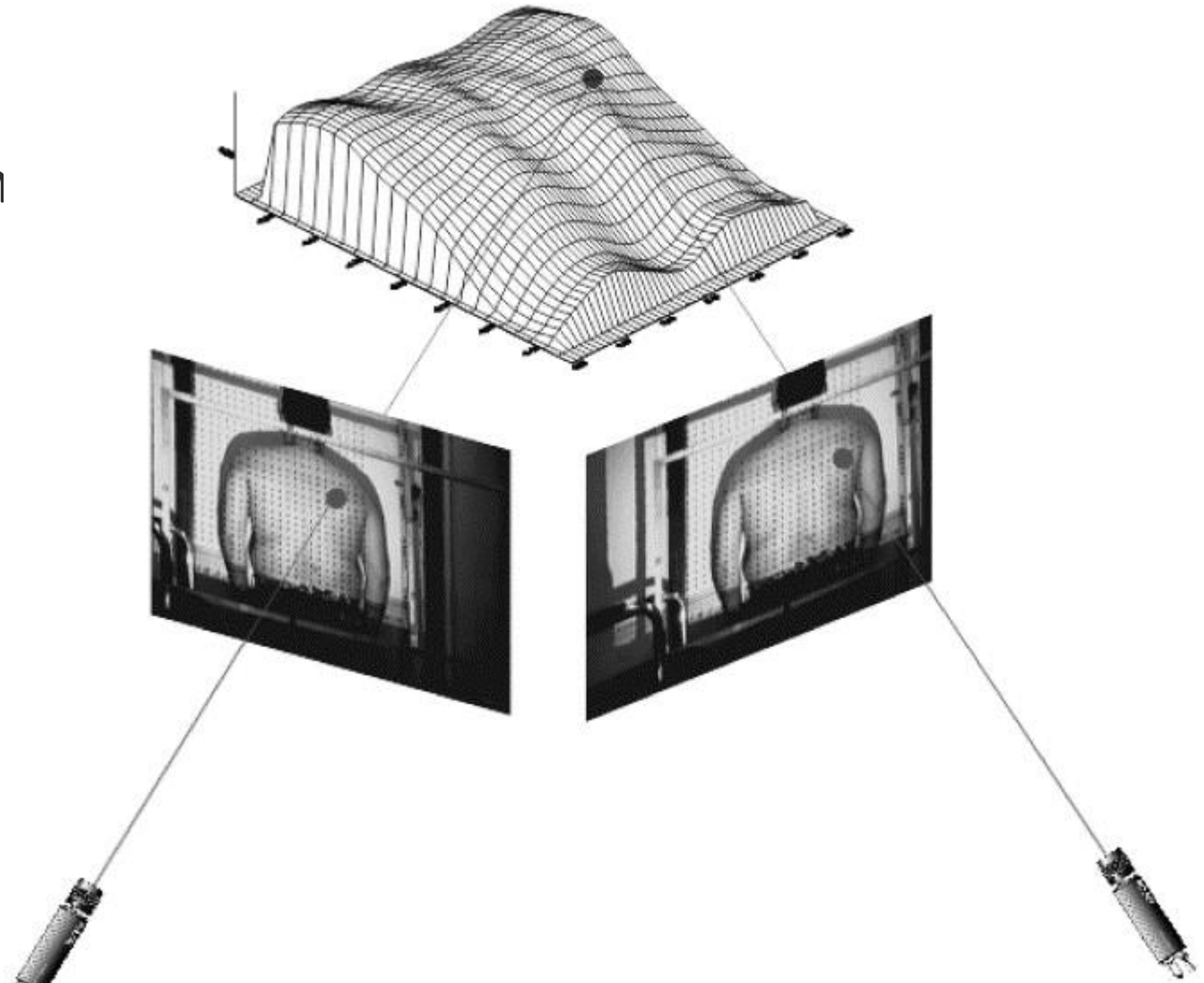
# crash scenes documentation



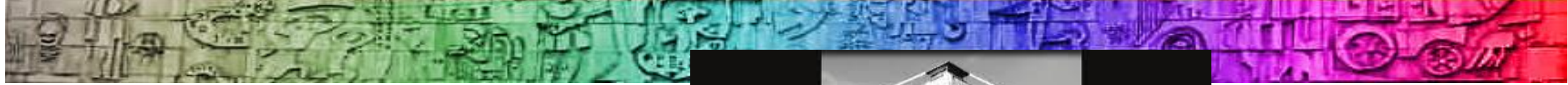


# Medicina

- optical image registration for scoliosis treatment



Medical imaging challenges photogrammetry  
Petros Patias



# Arquitetura



O levantamento de monumentos e sítios históricos é uma importante contribuição da fotogrametria terrestre. Ela serve para

- o registo e acompanhamento do património cultural,
- a preservação e restauração de monumentos, objetos ou sítios arquitetónicos ou culturais,
- como apoio à investigação arquitetónica, arqueológica e outra investigação histórico-artística.

Pois permite obter informações geométricas (posição, tamanho e forma) de qualquer objeto, mesmo em fotografias antigas.





# Patrimônio Arqueológico

•

O patrimônio arqueológico faz parte do patrimônio cultural material e engloba os vestígios e os lugares relacionados a grupos humanos pretéritos responsáveis pela formação identitária da sociedade brasileira, representado por sítios arqueológicos, peças avulsas, coleções e acervos que podendo ser classificado em bens móveis e imóveis.

- Esse patrimônio é formado pelos vestígios materiais e suas informações associadas, como, por exemplo, a disposição desses vestígios, as formas adotadas para ocupação do espaço, as relações e os contextos ambientais selecionados para tal, sendo que o conjunto dessas informações formam o sítio arqueológico

•

•



## Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

- A documentação permite que os vestígios arqueológicos (fragmentados) sejam reconstruídos e estudados.
- Algumas das peças das coleções encontradas são cerâmicas utilitárias, como urnas funerárias, instrumentos de trabalho ou de defesa; adornos, etc
- O Iphan é responsável pela gestão do patrimônio arqueológico e sua proteção é garantida pelo artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e pela [Lei nº. 3.924, de 26 de julho de 1961](#),



Encontrados vestígios arqueológicos do antigo Reino do Congo  
(<http://www.redeangola.info/>)



# Patrimônio Cultural

- A [Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 216](#), ampliou o conceito de Patrimônio Histórico e Artístico do [Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937](#), por Patrimônio Cultural Brasileiro.
- **Decreto de 1937:** *“o conjunto de bens móveis e imóveis existentes no País e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico”*,
- **Constituição 1988:** *“de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira”*.



Na redefinição promovida pela Constituição, estão as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, artísticas e tecnológicas; as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.



# IPHAN: Sítios arqueológicos

## Manual para Preenchimento da Ficha de Registro de Sítio Arqueológico

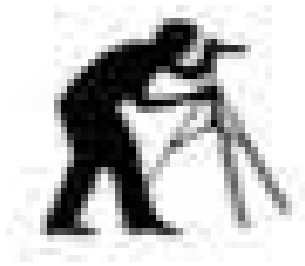
1. **Nome do sítio:** O pesquisador deve atribuir, para fins de registro, um nome ao sítio devendo utilizar, preferencialmente, nomes locais, e não atribuir novos nomes a sítios já nominados.
2. **Número do Sítio no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA):** Campo reservado ao Iphan; o código numérico do sítio será gerado pelo Departamento de Identificação e Documentação (DID). Cada sítio receberá um número sequencial à medida que os cadastros forem sendo incluídos na base central de dados. O passivo dos registros, feitos até 1997, será automaticamente numerado com base em critérios cronológicos de data de registro. A numeração é única e de âmbito nacional e não possui relação direta com a sigla produzida pelo pesquisador.
3. **Outras designações/siglas:** Indicar, se for o caso, os outros nomes e siglas atribuídas ao sítio. Exemplos: “MT-XO-001, 1234, Pedra Pintada, Pedra do Ovo”.
4. **Município:** Indicar o nome atual do município em que o sítio se encontra.

<https://web.archive.org/web/20211229145522/http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Manual%20para%20Preenchimento%20da%20Ficha%20de%20Registro%20de%20S%C3%ADtio%20Arqueol%C3%B3gico.pdf>



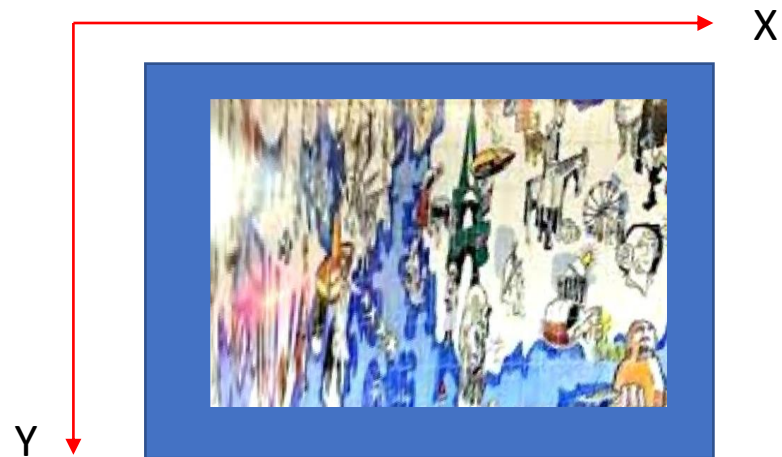
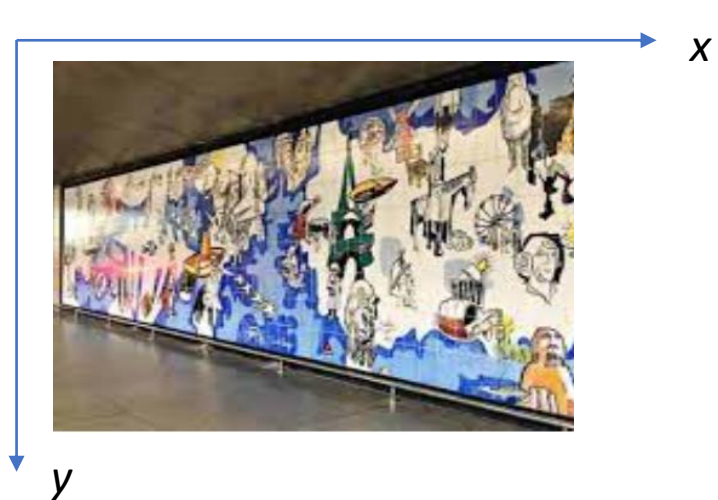
# Um caso simples, um plano

- Tarefa:
- Documentar um mural em escala.





# Transformação projetiva



$$X = \frac{a_0 + a_1 x + a_2 y}{1 + c_1 x + c_2 y}$$

$$Y = \frac{b_0 + b_1 x + b_2 y}{1 + c_1 x + c_2 y}$$

$x, y$  são os valores medidos no sistema de referência e

$X, Y$  são os valores calculados para o sistema de ajuste





# Documentar

- a) fixar a escala
- b) Obter fotografias com resolução compatível (considerar tamanho do sensor/pixel, distância...)
- c) Considerar recobrimento lateral
- d) Obter pontos de apoio e verificação
- e) Corrigir a(s) imagem(ns)
- f) Gerar mosaico
- g) Documentar a obra (pesquisa da relevância)





# proposta

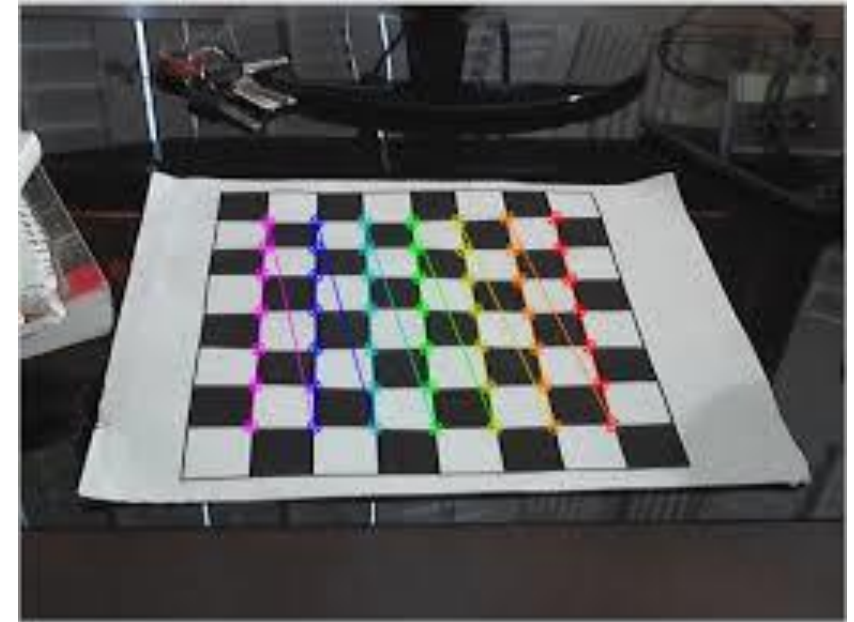
- Fotografar o mural de POTI localizado no hall do prédio central do Centro Politécnico:
  - Painel do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná – História da Tecnologia – O trabalho humano e a evolução tecnológica
- Aplicar a transformação projetiva e comparar a restituição, com e sem calibração de câmera.





# Calibração

- Método baseado no reconhecimento das esquinas de um tabuleiro de xadrez.
- O pacote tem um programa que calcula os parâmetros de orientação interior e
- E outro que aplica a transformação à imagem restituindo a geometria.



## **VERIFIQUE EM (COLAB):**

[https://colab.research.google.com/github/YoniChechik/AI\\_is\\_Math/blob/master/c\\_07\\_camera\\_calibration/multi\\_plane\\_calib.ipynb](https://colab.research.google.com/github/YoniChechik/AI_is_Math/blob/master/c_07_camera_calibration/multi_plane_calib.ipynb)



# Documentação: Informações

- **Nome do sítio:** O pesquisador deve atribuir, para fins de registro, um nome ao sítio devendo utilizar, preferencialmente, nomes locais, e não atribuir novos nomes a sítios já nominados.
- **Outras designações da localidade/objeto:** Indicar outras designações da localidade, antigas ou atuais.
- **Local:** Município/UF/Localidade (Nome da fazenda ou localidade em que o sítio se encontra. No caso de sítios urbanos, indicar o endereço completo - logradouro e número)
- **Descrição sumária:** Informar as características morfológicas e culturais observáveis sem intervenção.
- **Dimensões** (Comprimento, Largura, Altura máxima, Área)
- Nome e Endereço do **Proprietário do terreno**