



# AEROFOTOGRAMETRIA VIA ARP

PETTRAN/UFC  
Fábio Carneiro Lobo  
Abril/2022



# Fábio Carneiro Lobo

<http://lattes.cnpq.br/7192481120524895>

- Tecnólogo em Sensoriamento Remoto (CEFET/GO, 2004)
  - *Geotecnologia e geoprocessamento aplicados nas áreas de...*
- Mestrado em Ecologia e Evolução (UFG, 2006)
- Doutorado em Engenharia de Transportes (UFC, 2022)
  - ~15 anos na empresa de supervisão de conserva rodoviária Goiás
  - Desde 2010 na área de Cartografia do IBGE

# FOTOGRAMETRIA (photos, gramma, metron)

*Medir graficamente usando luz,*

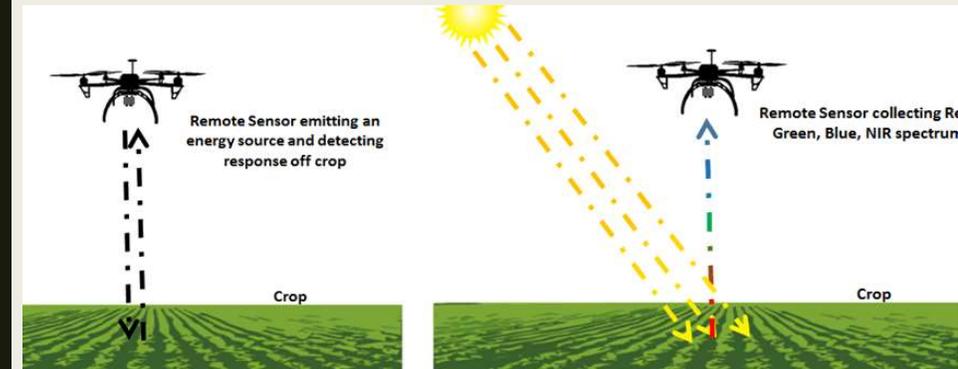
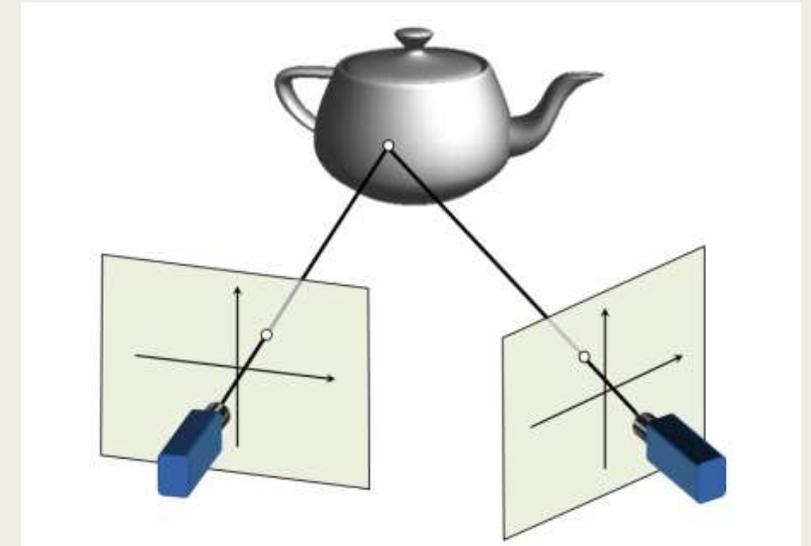
(Fotogrametria básica – Introdução. Tommaselli, 2004)

- “Arte, ciência e tecnologia para obter informações confiáveis sobre objetos físicos e meio ambiente, através do processo de gravação, medição e interpretação de imagens e representações digitais de padrões de energia derivados de sistemas sensores remotos” (*Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 979-984, Julho, 1989, ASPRS, )
- “Reconstrução digital dos objetos pertencentes à cena fotografada a partir do cálculo da posição tridimensional de pontos homólogos, presentes em duas ou mais imagens, pela triangulação de raios projetivos formados entre a câmera e os pontos investigados” (*Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision*, MOONS et al, 2008)
  - Fonte passiva (geralmente o sol)
  - Fonte ativa (geralmente um pulso laser ou RADAR)
- Aerofotogrametria – utiliza como suporte uma aeronave para coleta

**Triangulação:** um ponto visto por duas posições diferentes (sobreposição).... Sabendo-se de **onde** e **como** se vê, obtém-se as bases matemáticas para determinar a posição do ponto

(**orientação externa**, **orientação interna**)

*Structure from Motion (sfm):* <https://youtu.be/i7ierVkXYa8>



<https://geobipod.com/2019/11/22/lidar-3-intriguing-applications/>

# RPA, RPAS, Aeromodelos, Drones.... UA... ARP O que são?

## ■ Links úteis:

- <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>
- <https://www.decea.gov.br/drone/>

## ■ Vídeo MUNDOGEO / DRONE SHOW das novas normas DECEA 2020:

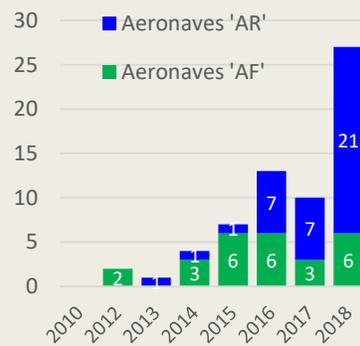
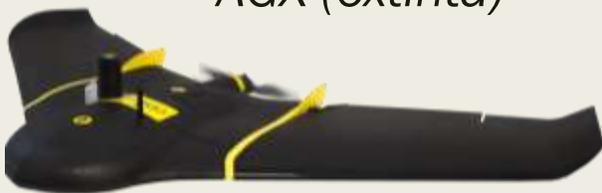
- <https://www.youtube.com/watch?v=BED7jqyC99s>



**Artigo:** *Uso de plataformas aéreas não tripuladas no Brasil – um panorama de dez anos (2008-2018) de publicações acadêmicas*, LOBO et al. (2020) Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/56503>

- RPAS Classe 3
- Asa Rotativa (59%)
  - DJI Phantom (3 e 4)
  - Feitos em casa - DIY
- Asa Fixa (41%)
  - SenseFly Ebee
  - Feitos em casa - DIY
- Marcas Nacionais citadas
  - Xrobots
  - NuvemUAV
  - AGX (extinta)



# AEROFOTOGRAMETRIA VIA ARP

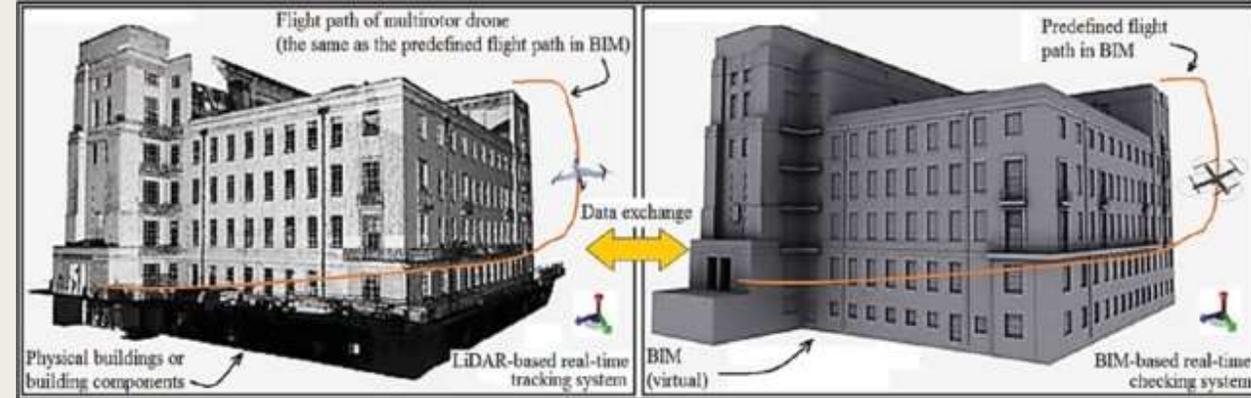
- Uso de ARP para coleta de dados em processos fotogramétricos
  - *Sistemas para fontes passivas (RGB, multiespectrais);*
  - *Sistemas com fontes ativas (LIDAR);*
- Qualidade posicional dos produtos decorrentes
  - *Sem verificação e sem correção*
    - Erros que impedem o uso em projetos de Engenharia (visualmente coerentes)
  - *Verificação por padrão de produtos cartográficos: Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC ([BRASIL. Decreto 89.817,1984](#)); PEC-PCD ([EB10-N-72.001 – 2ª Edição. Brasília, 2011](#)) ; PAP-PCD ([EB80-N-72.004 – 1ª Edição. Brasília, 2016](#))*
    - **Demandam, exigem, obrigam** o uso de pontos de checagem – sempre!
    - **Demandam, exigem, obrigam** o uso de pontos de controle... Nem sempre!
  - *DNIT regulamenta uso de produtos aerofotogramétricos condizentes com PEC Classe “A” (PEC-PCD Classe “B”) na escala 1/2000 na planimetria e coerente com curvas de nível de metro em metro na altimetria ([IPR-726. 3ª ed. 2006](#))*
  - *Qualidade do posicionamento cinemático do RPA - sem pontos de controle*
    - Pós processado – técnica PPK
      - *Estudos apontam para qualidade posicional na casa dos 5cm (3d).*
    - Em tempo real – técnica RTK
      - *Alguns artigos desde 2020 com o PHANTOM 4 RTK – resultados promissores. Necessita de mais estudos.*
- Geometria de coleta – GRADES, GRADES CRUZADAS, PONTO DE FOCO, CORREDORES....

# AEROFOTOMETRIA VIA ARP

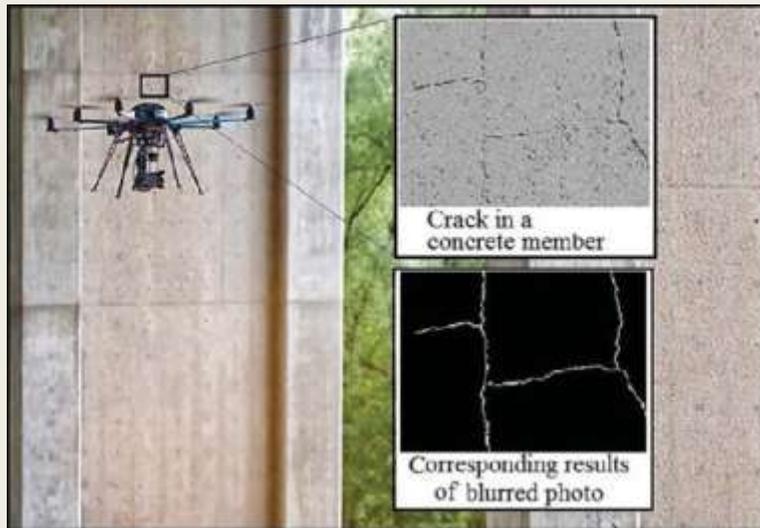
- Geometria de coleta – GRADES, GRADES CRUZADAS, PONTO DE FOCO, CORREDORES....



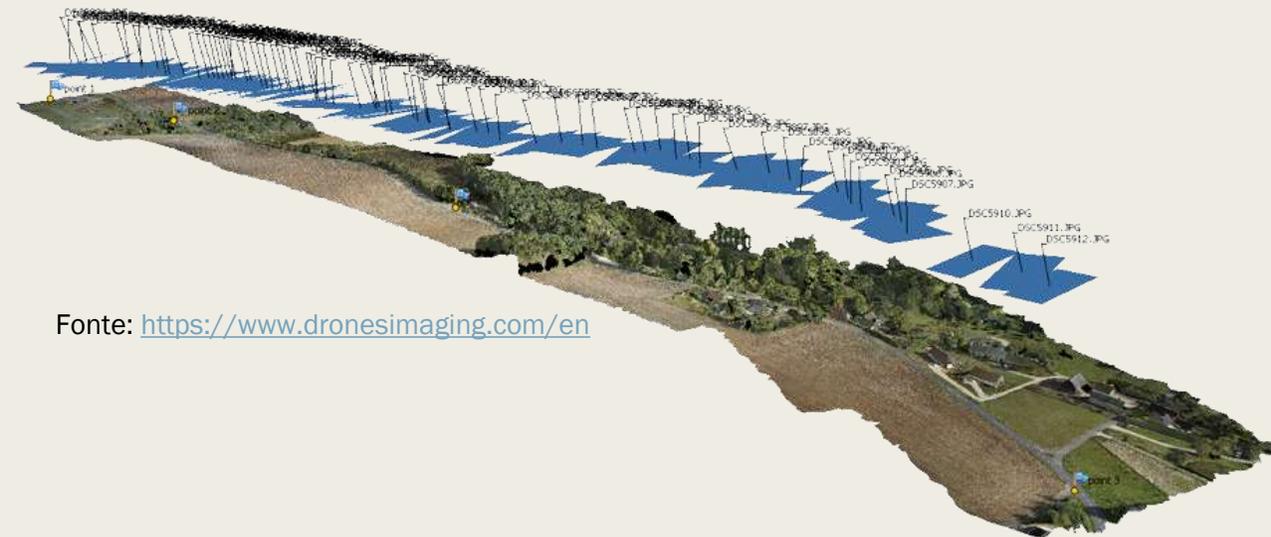
Fonte: [https://www.ugcs.com/supported\\_drones\\_autopilots](https://www.ugcs.com/supported_drones_autopilots)



Fonte: LIU & LY, 2018. Applications of multirotor drone technologies in construction management [10.1080/15623599.2018.1452101](https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452101)



Fonte: LIU & LY, 2018. Applications of multirotor drone technologies in construction management [10.1080/15623599.2018.1452101](https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452101)



Fonte: <https://www.dronesimaging.com/en>

# AEROFOTOGRAMETRIA VIA ARP

## Coleta em campo

- Condicionantes legais
  - ANATEL, ANAC, DECEA
  - Empresa registrada no MD Categoria 'A' (R.T. Aerolevantamento)
- Planejamento da coleta
  - Características do RPAS (tempo de voo, distância do rádio...)
  - Condições climáticas da coleta (vento, insolação...)
  - Tipo do serviço (fachada, terreno...)
  - Características do serviço (GSD, pontos de controle, % de sobreposição...)
- Implementação da coleta – escolha de software (Android, iOS, PC)
  - Coleta em corredores, voo cruzado, fachadas, etc...
  - Fluxo de trabalho – integração com a fase de processamento...
  - Custos e compatibilidades ([DJI](#), [Ardupilot](#), [Sensefly](#), [Microdrones](#)....)



Mission Planner PC	Uav Forecast Multi	DJI GO / DJI PILOT Multi	Litchi Multi	Drone Deploy Multi	Pix4D Capture Multi	3D Survey Pilot Multi	DH Mobile Multi	Oground Control Multi	Map Pilot iOS
--------------------	--------------------	--------------------------	--------------	--------------------	---------------------	-----------------------	-----------------	-----------------------	---------------



# AEROFOTOGRAMETRIA VIA ARP

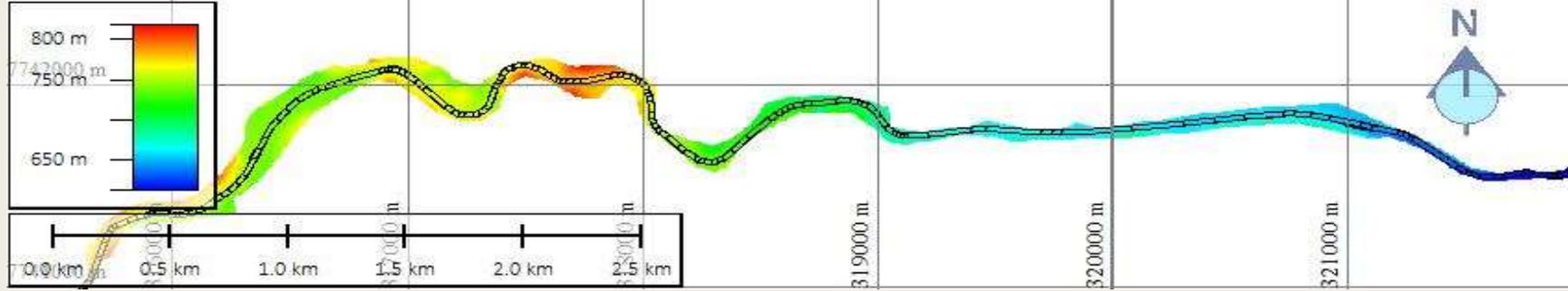
## Processamento dados

- Desktop - maior controle e maiores gastos
  - [Agisoft METASHAPE / PHOTOSCAN \(US\\$ 3.500\)](#)
  - [Pix4D mapper \(US\\$ 5.000\)](#)
  - [SimActive Correlator 3d \(US\\$ 6.000\)](#)
  - [3dSurvey \(EU\\$ 3.000\)](#)
  - [Menci APS \(EU\\$ 1.200 / ano\)](#)
  - [Trimble UASMaster \(????\)](#)
  - [GlobalMapper \(canivete suíço\) \(US\\$ 1.000\)](#)
  - [OpenDroneMap \(ODM, código aberto\)](#)
  - [E-foto \(processamento 'convencional', código aberto, UFRJ\)](#)
- Online - sem a necessidade de máquina própria e menos opções de controle
  - [MAPPA \(PIX4D, Agricultura, Brasil, a partir de R\\$ 4800/ano\)](#)
  - [Pix4D Cloud \(a partir de US\\$ 2000/ano\)](#)
  - [Agisoft METASHAPE \(https://www.agisoft.com/buy/saas/ \)](https://www.agisoft.com/buy/saas/)
  - [OpenDroneMap](#) - (cloudODM, linha de comando, código aberto)
- Verificação PEC/PEC-PCD: [GeoPEC](#) (UFV)

*Uso de plataformas aéreas não tripuladas no Brasil – um panorama de dez anos (2008-2018) de publicações acadêmicas , LOBO et al. (2020)*

- 82% dos trabalhos apresentavam uso de Visão Computacional. Desses, a grande maioria utilizou o METASHAPE e os outros o PIX4D, todos desktop.





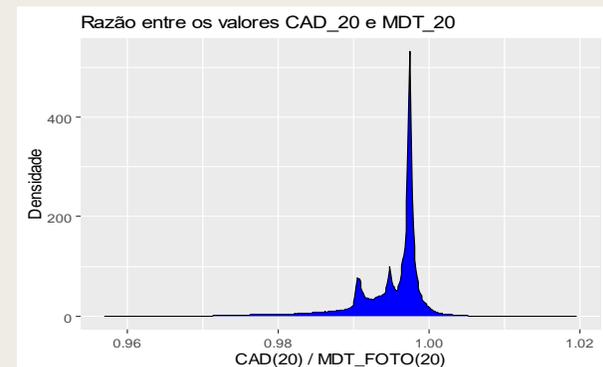
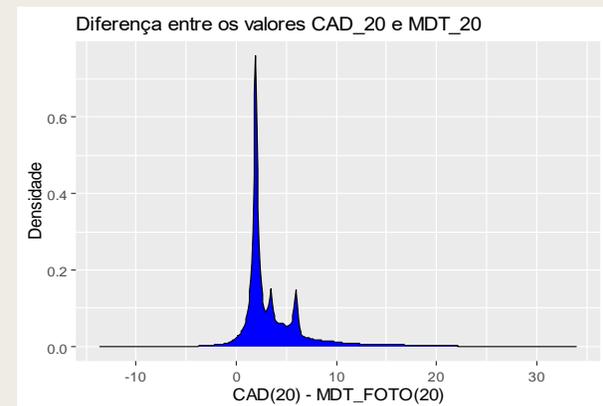
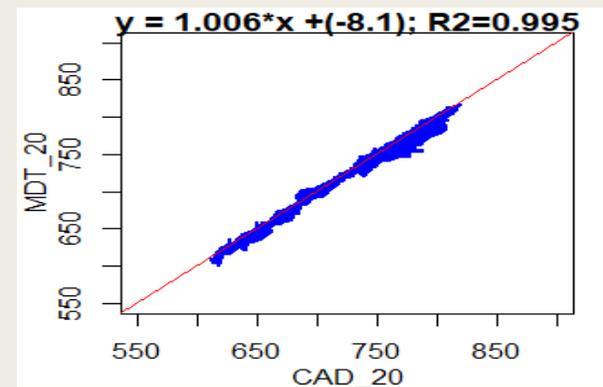
# BR.262, ES – em duplicação

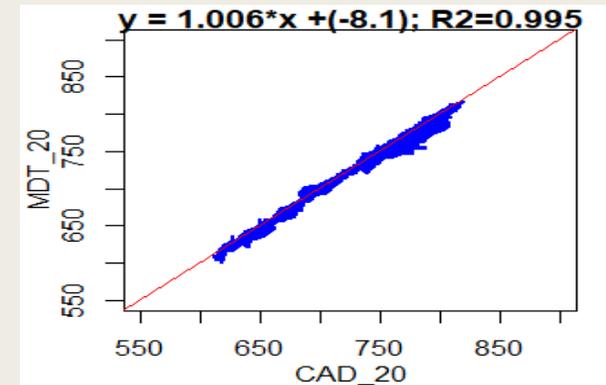
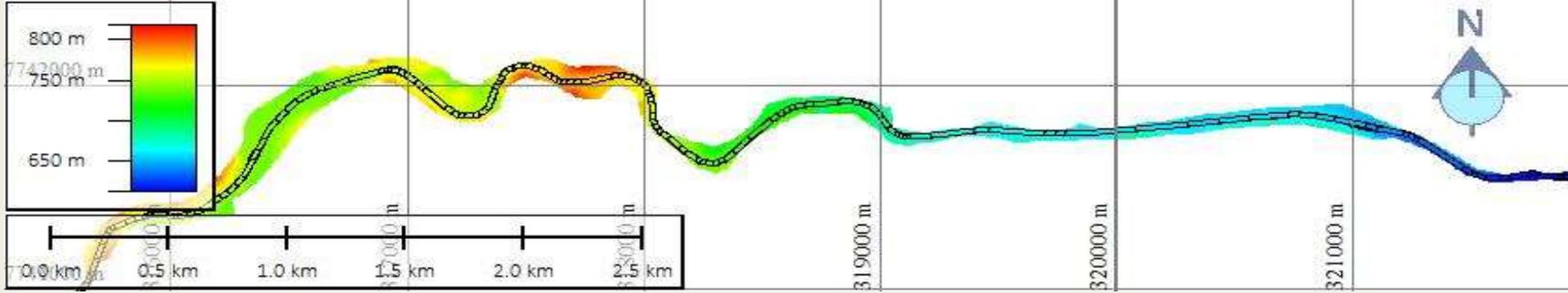
## ■ Dados cedidos pela STRATA ENGENHARIA.

- *Dois RPAS utilizados (MAVIC PRO, PHANTOM 4)*
- *Três dias, com horários diferentes de coleta*
  - *7 voos de coleta ~2:00 de voo – sem considerar o manuseio para troca de bateria*
- *78 pontos de controle ao longo do corpo estradal (~ a cada 100m)*
- *Cerca de 7,6 km de trecho em obra de duplicação*

## ■ Processamento METASHAPE.

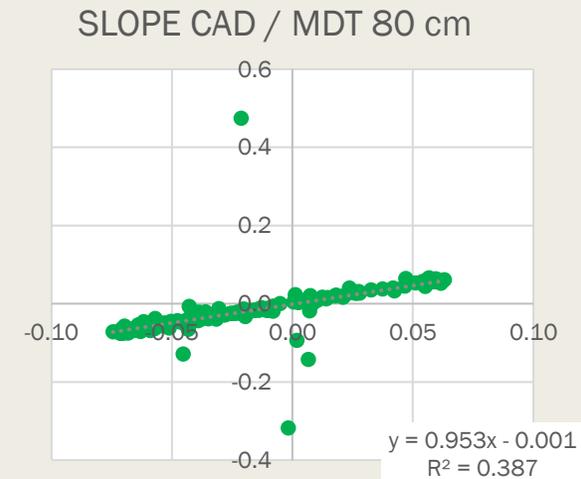
- *Triangulação CLASSE A, PEC-PCD, escala 1/1.000 (31 pontos de CHECK), curvas de nível CLASSE A, compatíveis com equidistância 1m*
- *Alta correlação entre o MDT fotogramétrico e o gerado por estação total*
- *Desenvolvimento de poligonal sobre o eixo da rodovia no MDT fotogramétrico é geometricamente igual ao da topografia*
- *Os dois modelos são paralelos entre si – cerca de 2m de diferença.*

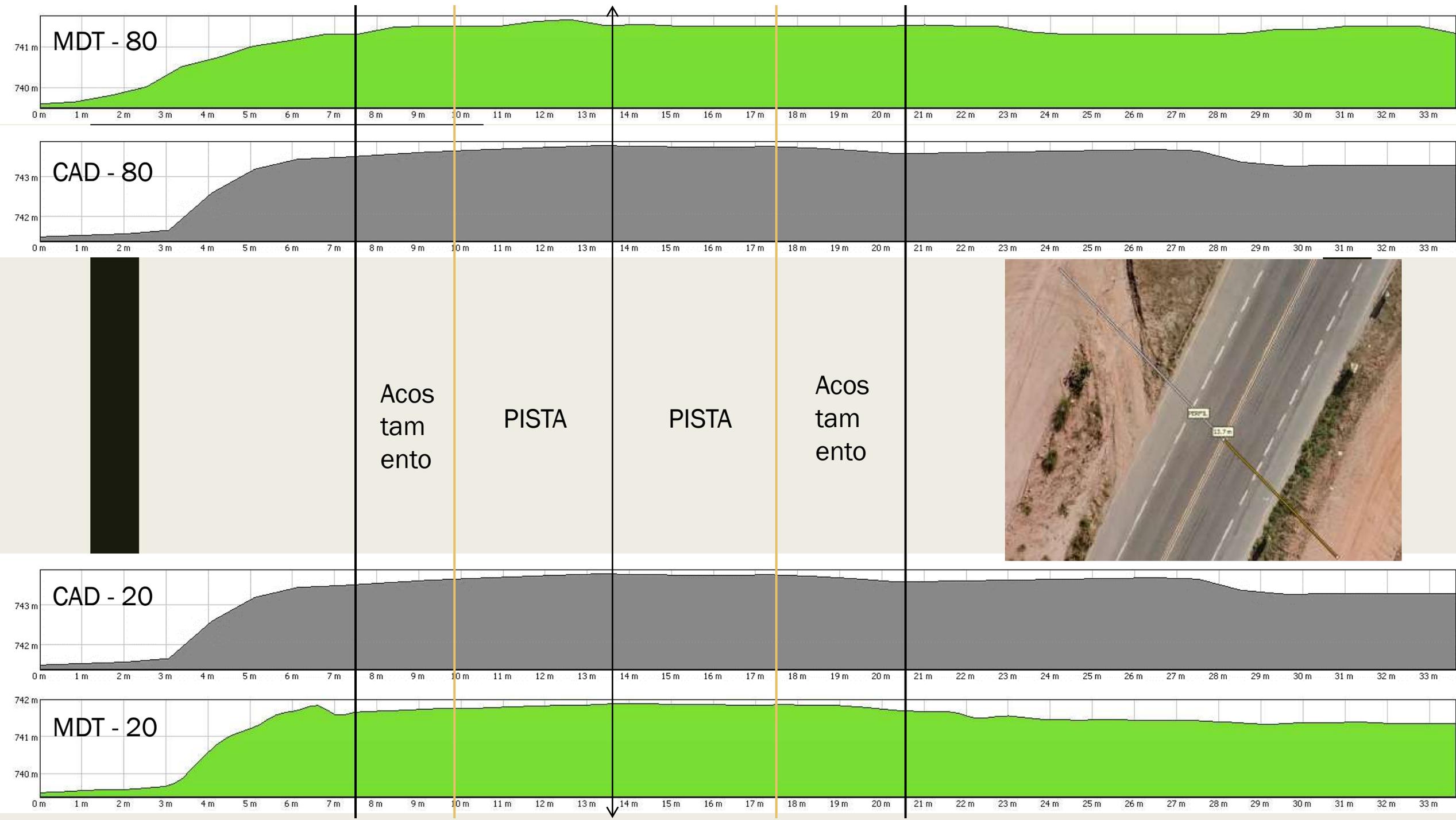




## BR.262, ES – em duplicação

- Qualidade varia de acordo com a qualidade do MDT... Filtragem dos pontos de solo com baixa qualidade
  - *Poligonal do eixo da rodovia com pontos espúrios no modelo gerado por fotogrametria comparado ao de estação total...*
- Capacidade de extração de informações do produto gerado pode não ser dependente da qualidade cartográfica (triangulação PEC-PCD, A, 1/1000)
  - *Horário da tomada da imagem (sombra sobre os elementos)*
  - *Tempo de exposição da foto, embaçamento....*





# Agradecido pela atenção

- Dá tempo de ver a tela do meu computador....?
  - *Tela do METASHAPE e do GLOBALMAPPER...*
- Dá tempo de responder a perguntas....?

Se quiser entrar em contato: [geofclob@gmail.com](mailto:geofclob@gmail.com)

## Agradecimentos:

Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Ceará;

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas;

Laboratório de Geomática Aplicada (LAG);

Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG - UFG);

DNIT/ GO; RTA Engenharia; Engenho Engenharia e STRATA Engenharia