

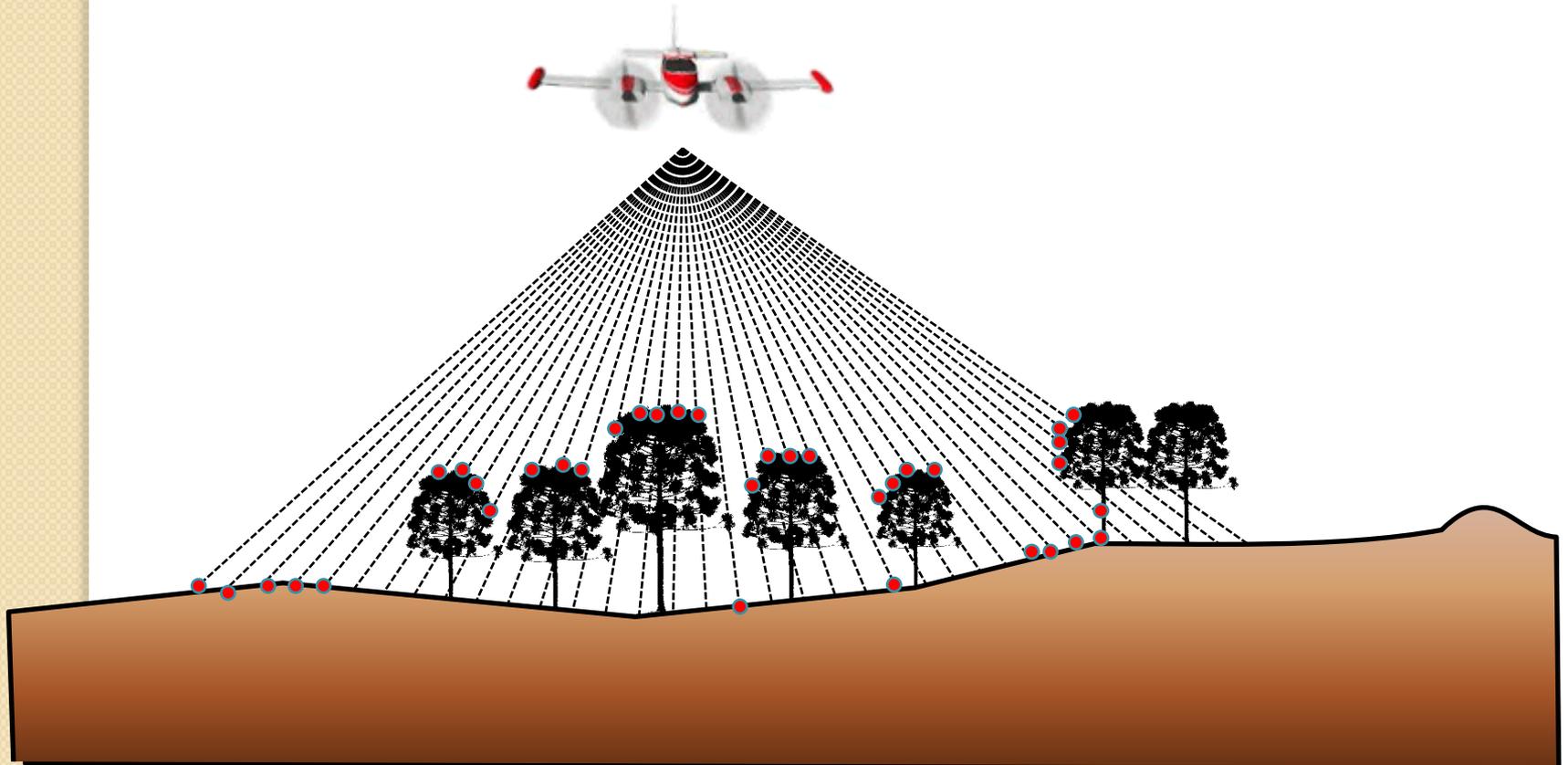


# Sensoriamento Remoto II

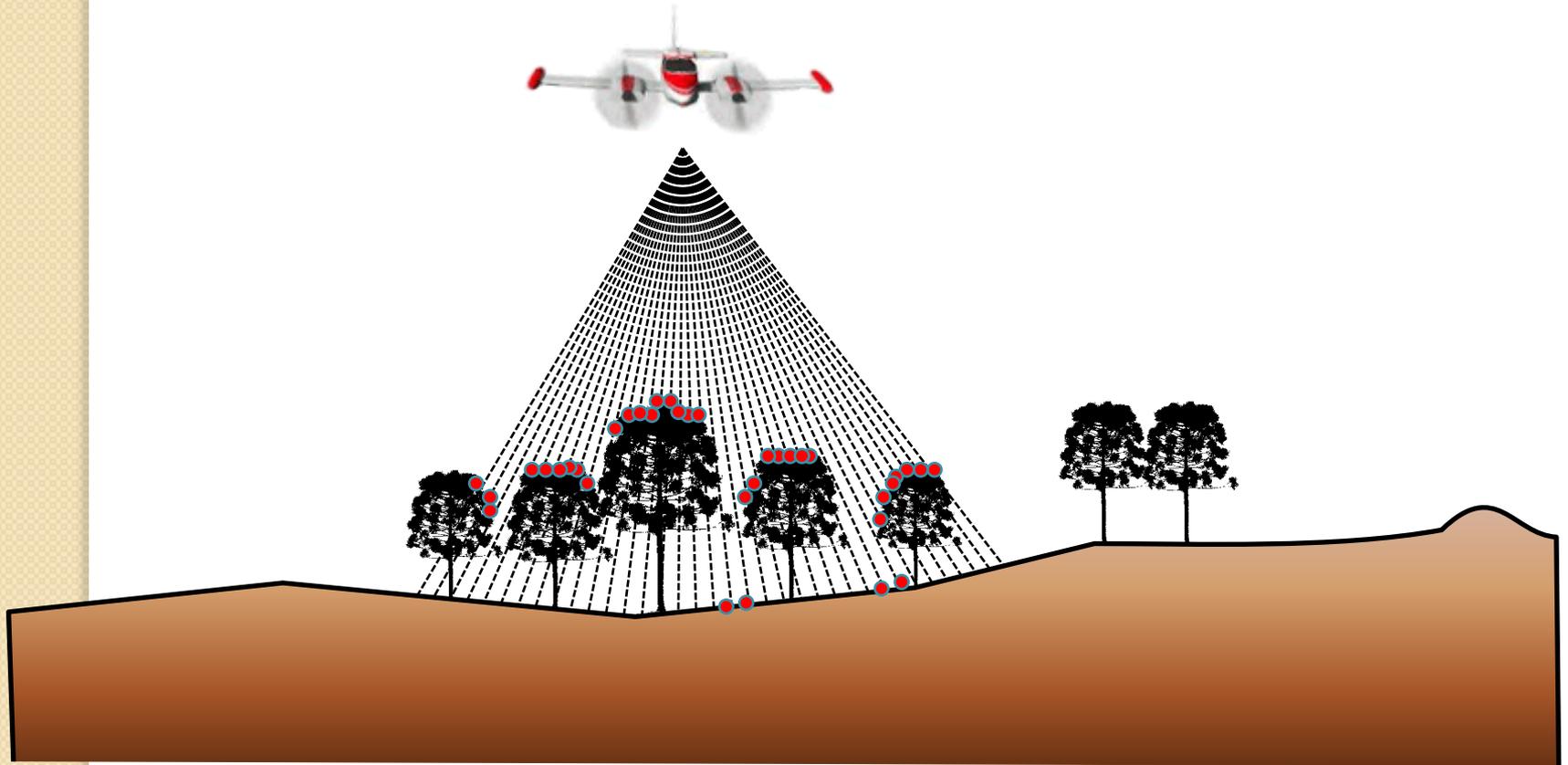
## Extração de Modelo Digital do Terreno MDT

UFPR – Departamento de Geomática  
Prof. Jorge Centeno  
2020  
copyright@ centenet

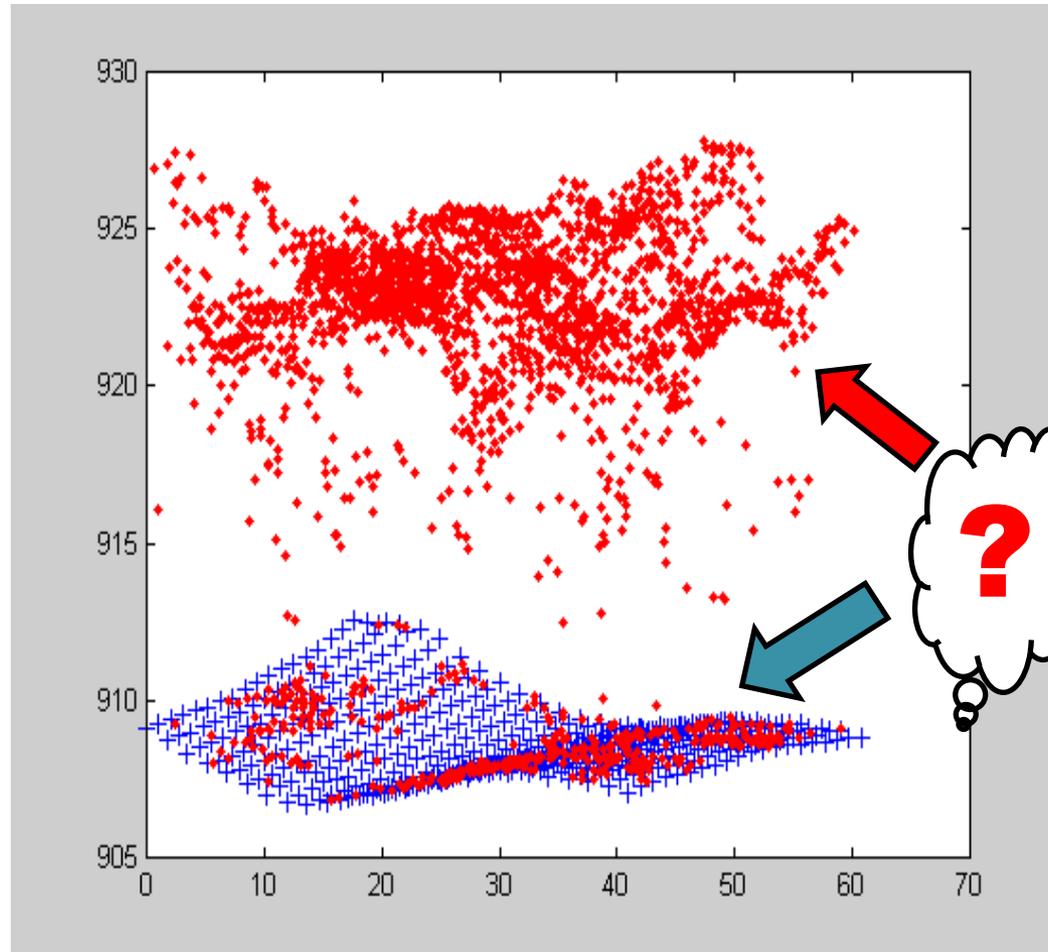
Como facilitar a penetração dos pulsos nas áreas de vegetação?



# Ângulo de varredura?



É possível classificar os pontos que atingiram o terreno?



# Exemplo ...(fonte UFPR)

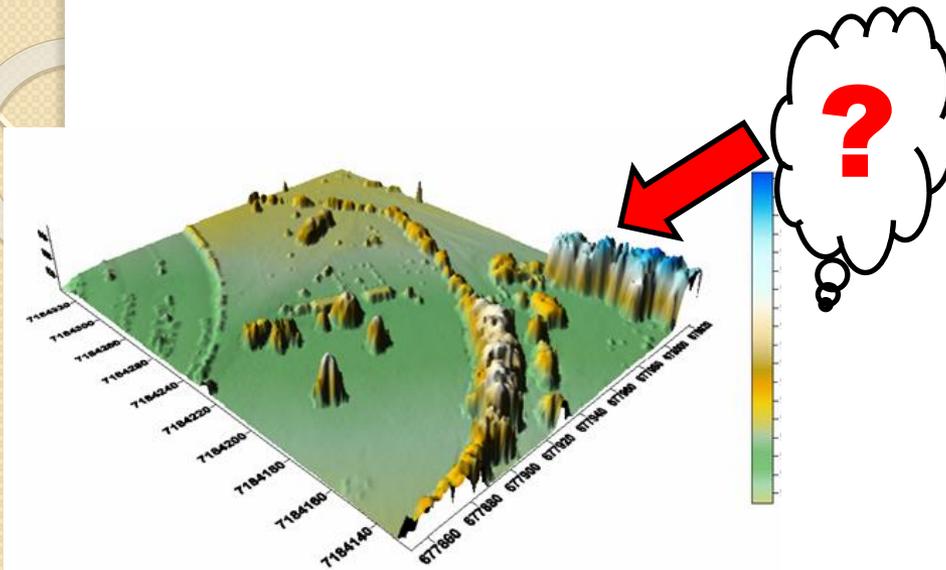


Figura 22 – Região 1: MDS Tridimensional

Para obter um modelo do terreno  
Modelo digital do terreno

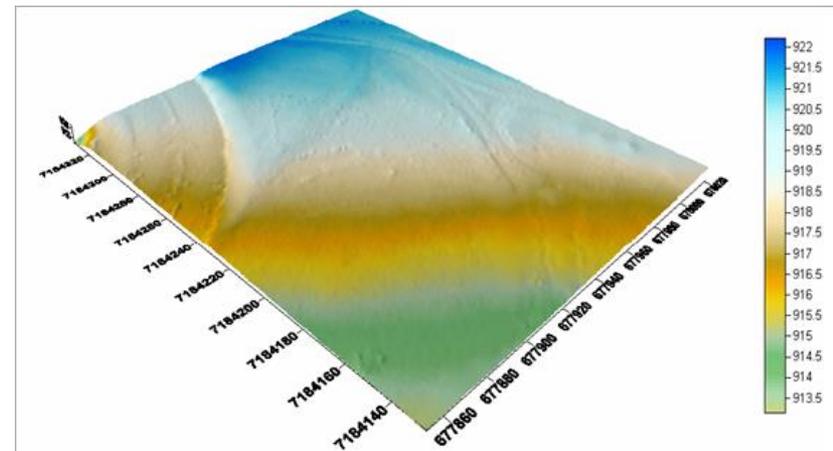
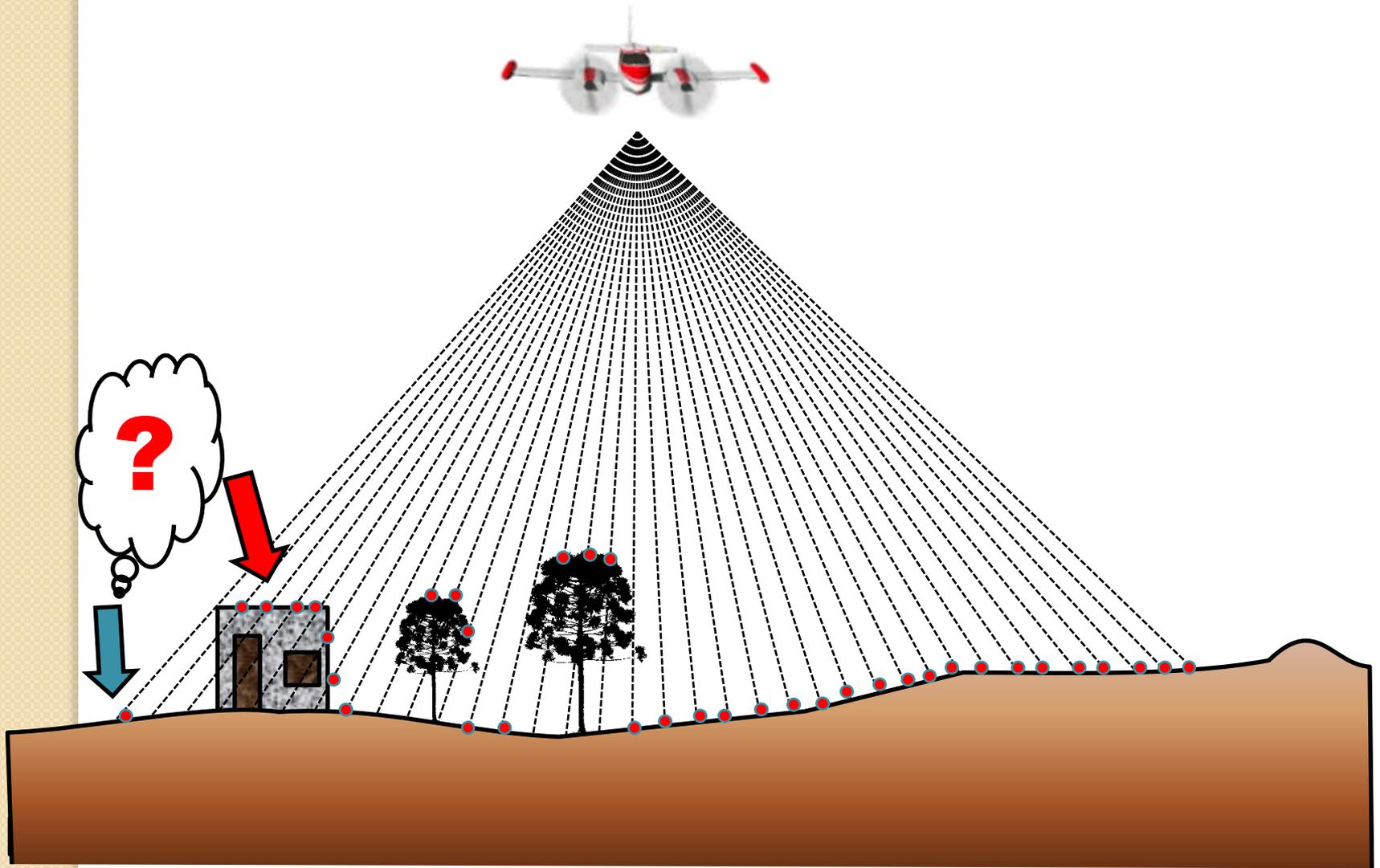
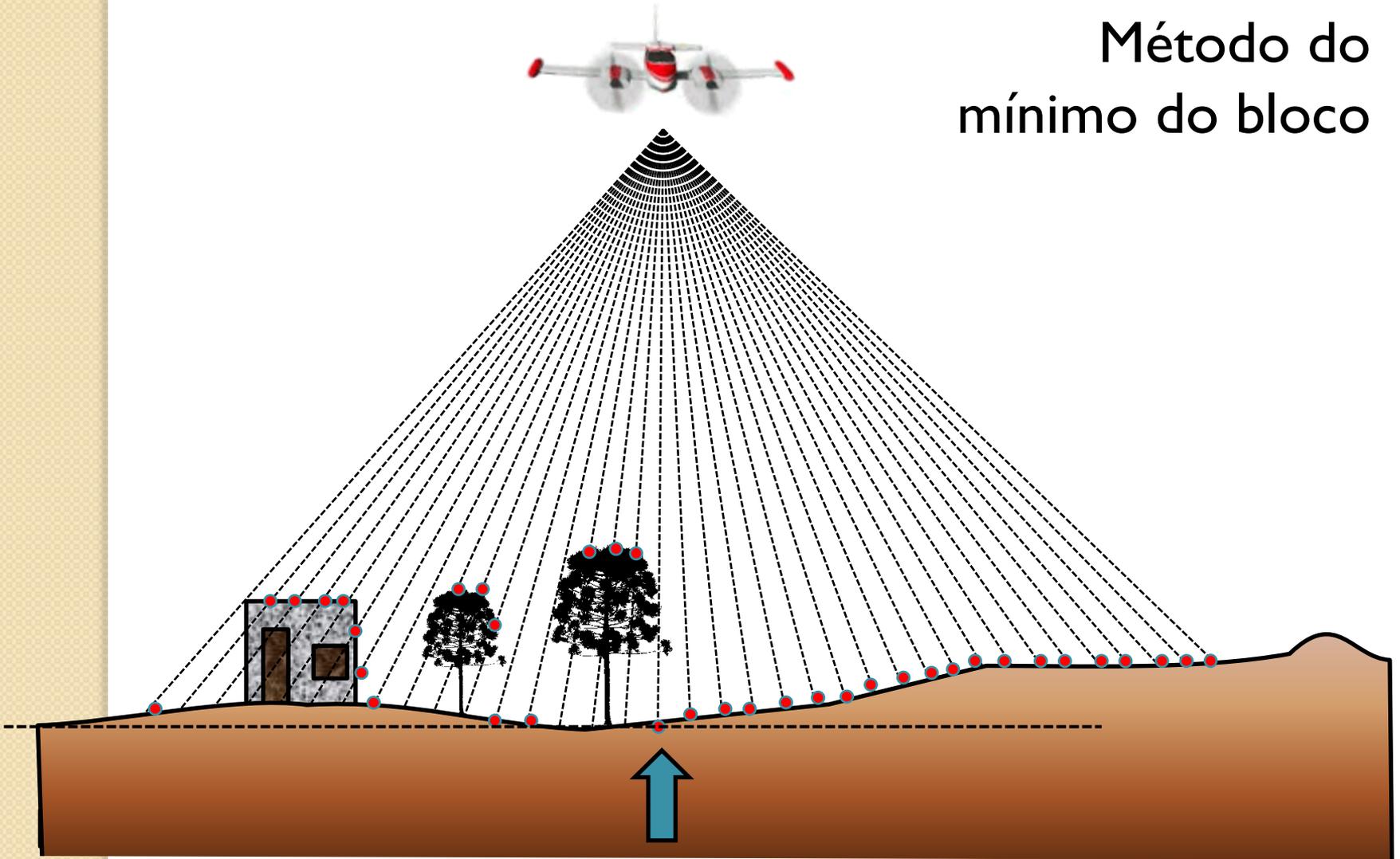
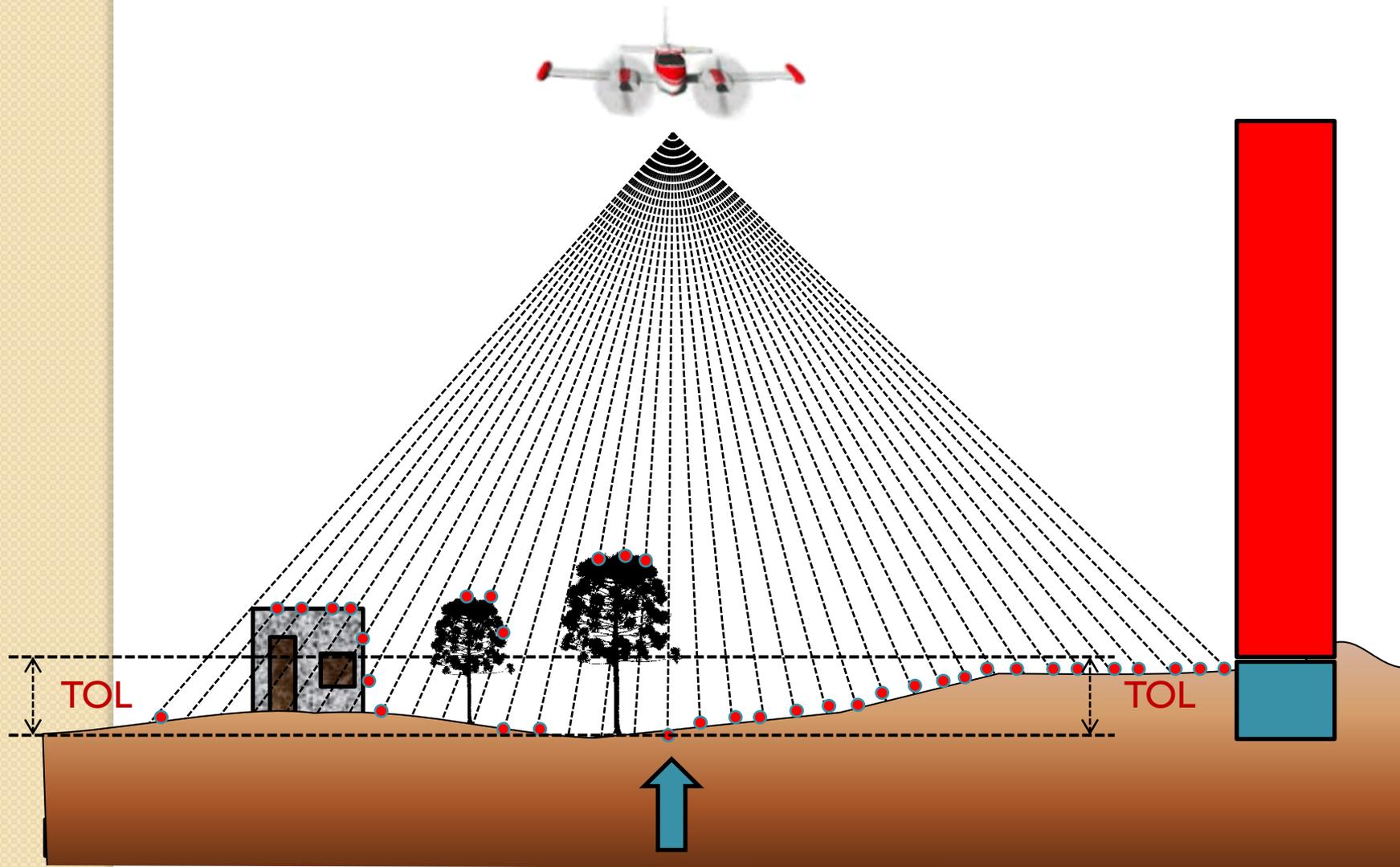


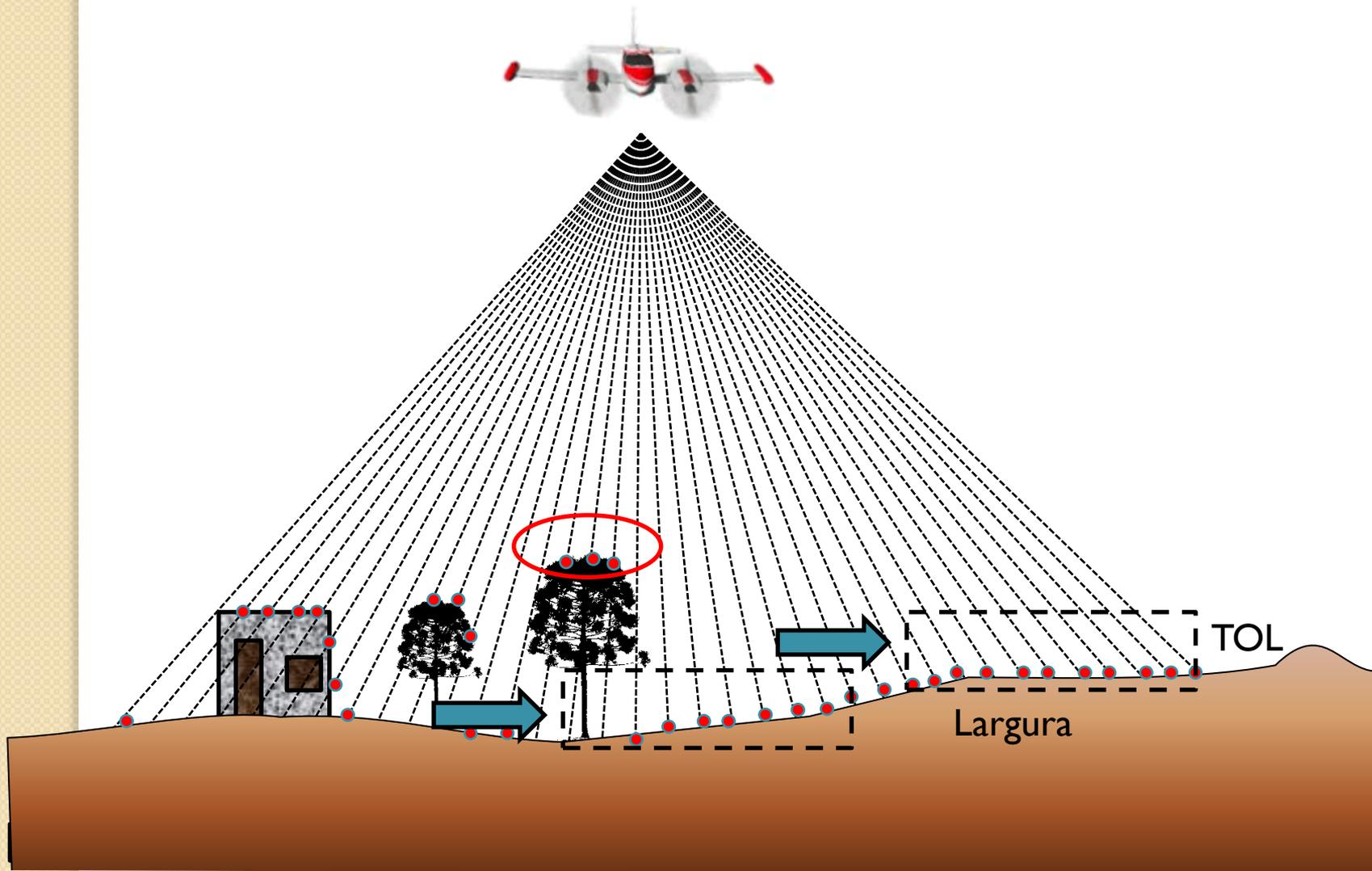
Figura 23 – Região 1: MDT Tridimensional (Melhor resultado obtido a partir da janela móvel)



# Método do mínimo do bloco

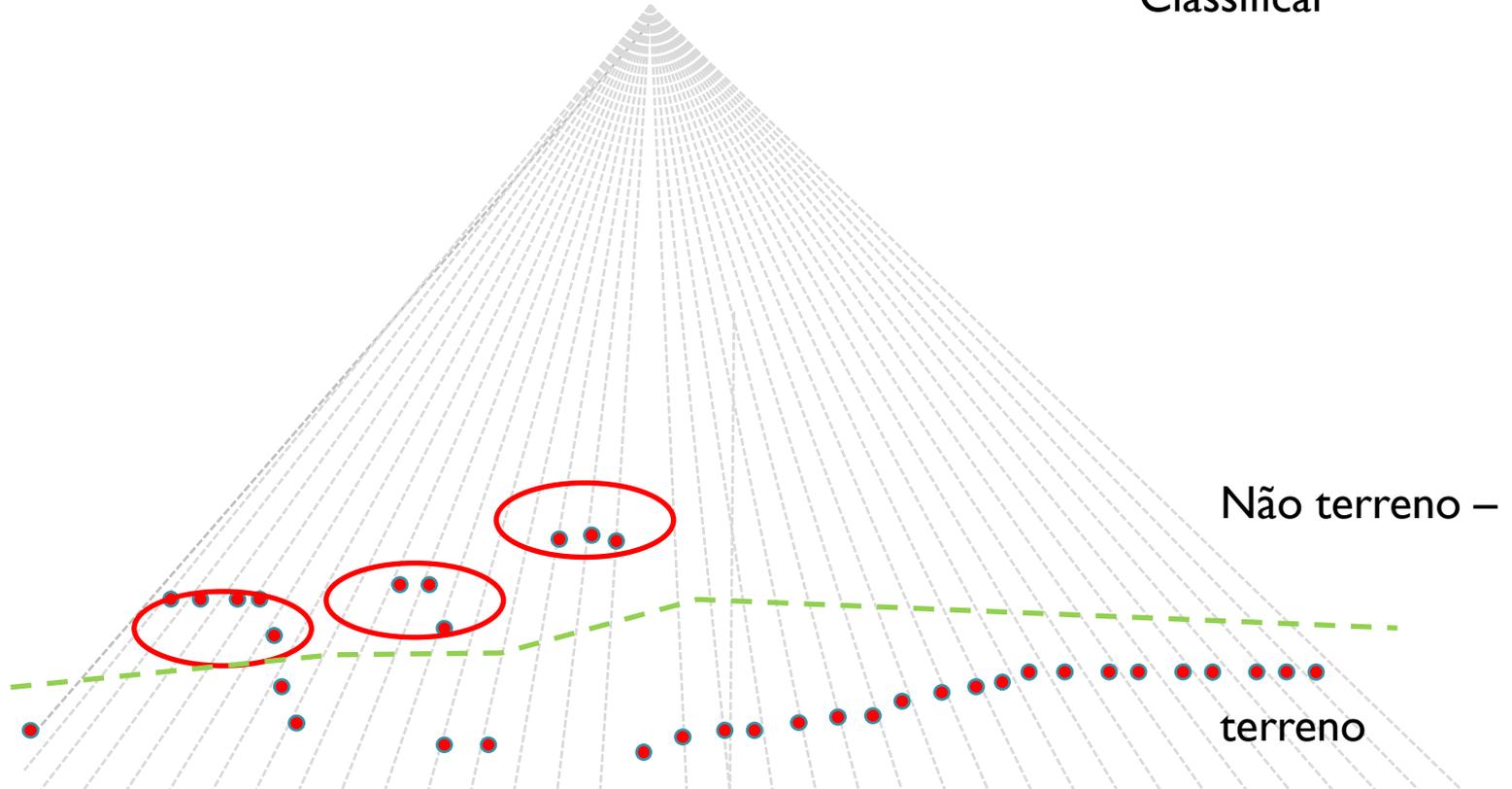




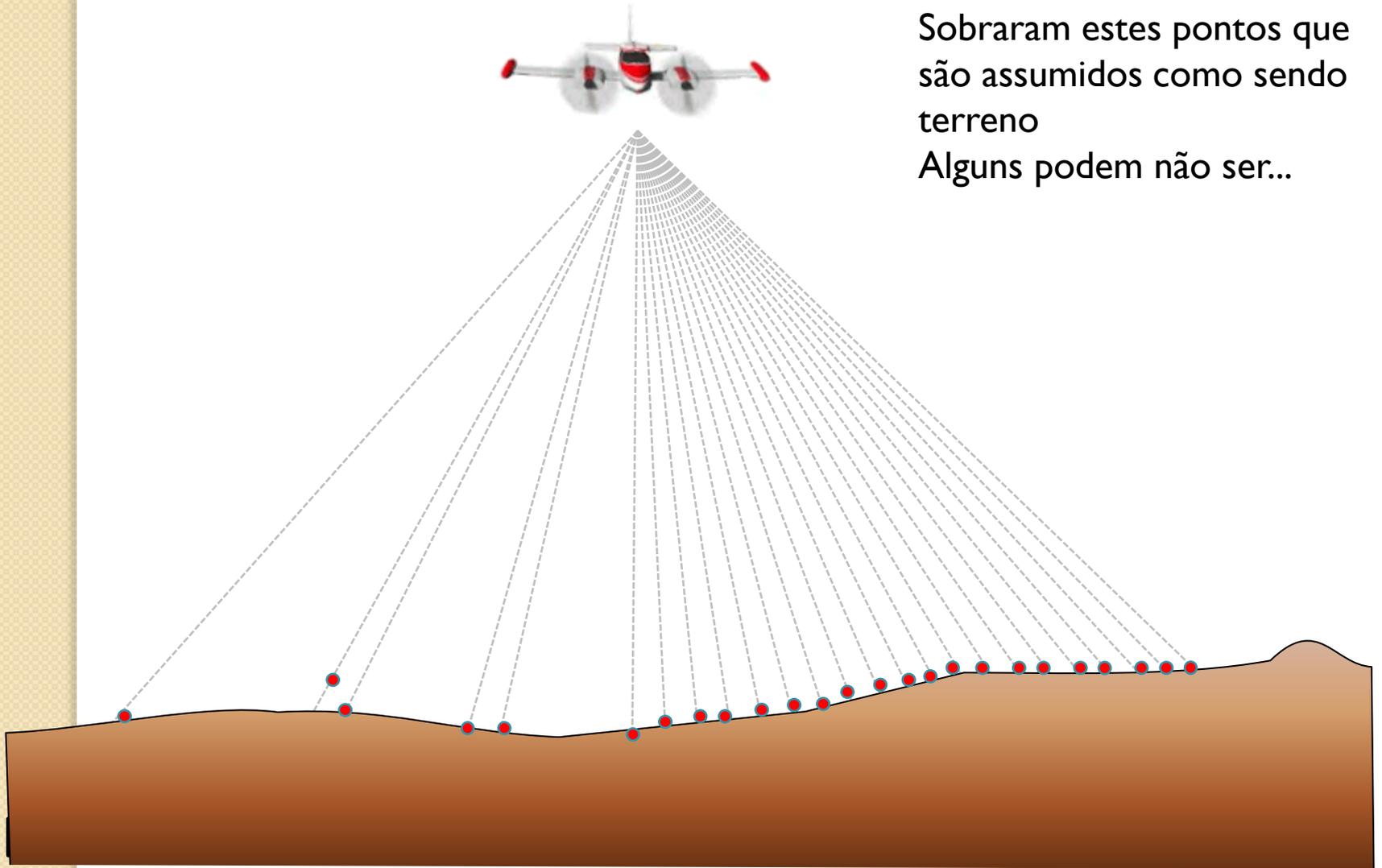


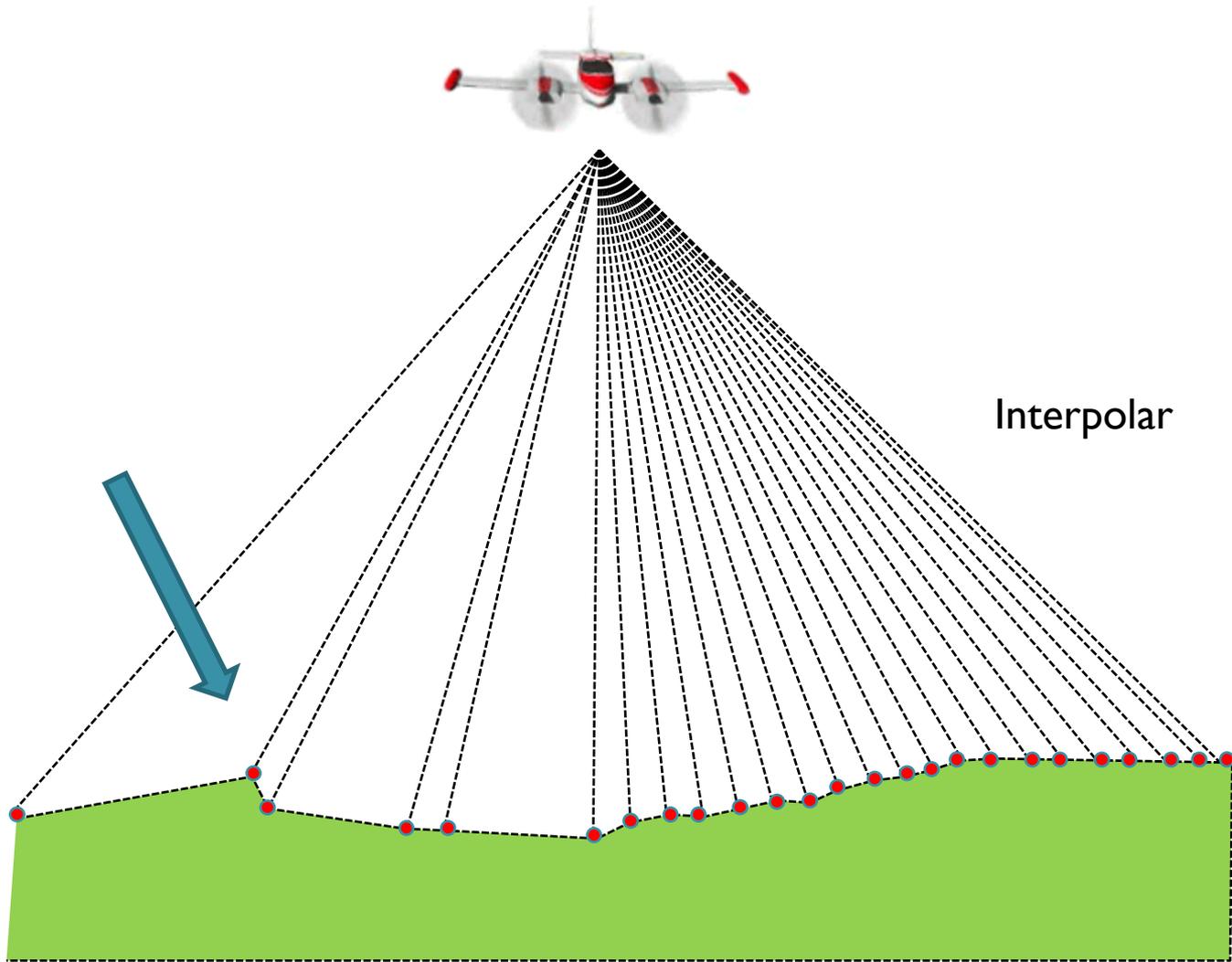


Classificar



Sobraram estes pontos que  
são assumidos como sendo  
terreno  
Alguns podem não ser...





### 3 CONCEITOS

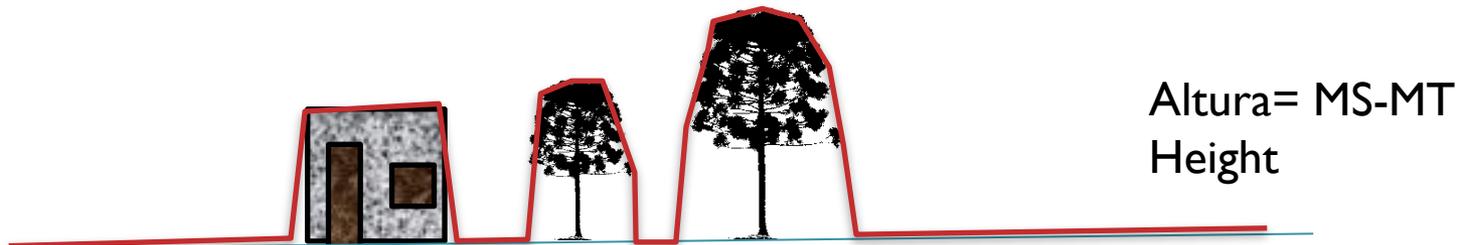
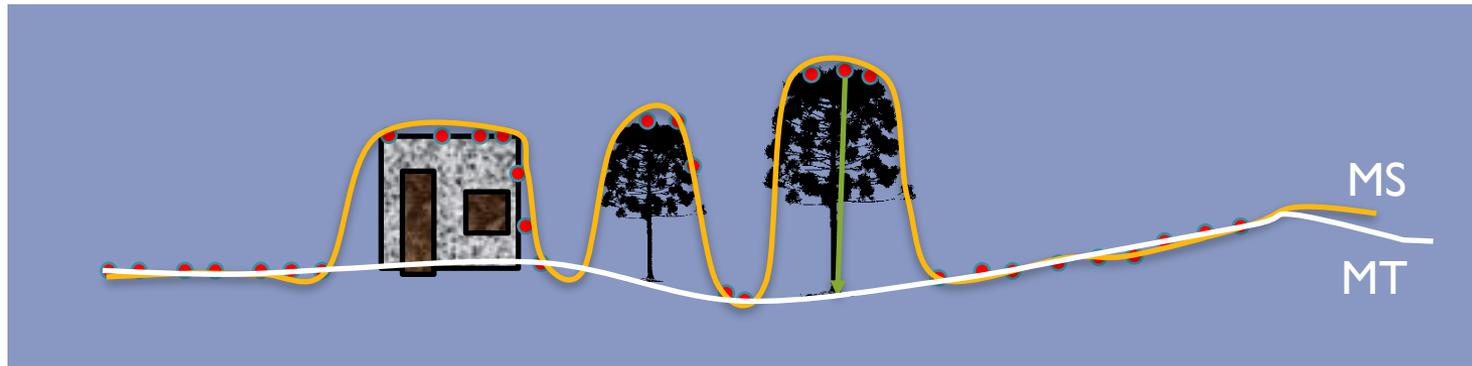
Modelos digitais que podem ser interpolados ou calculados

MS : Modelo digital de SUPERFÍCIE

MT: Modelo digital do TERRENO

Altura:

$$H: MS - MT$$



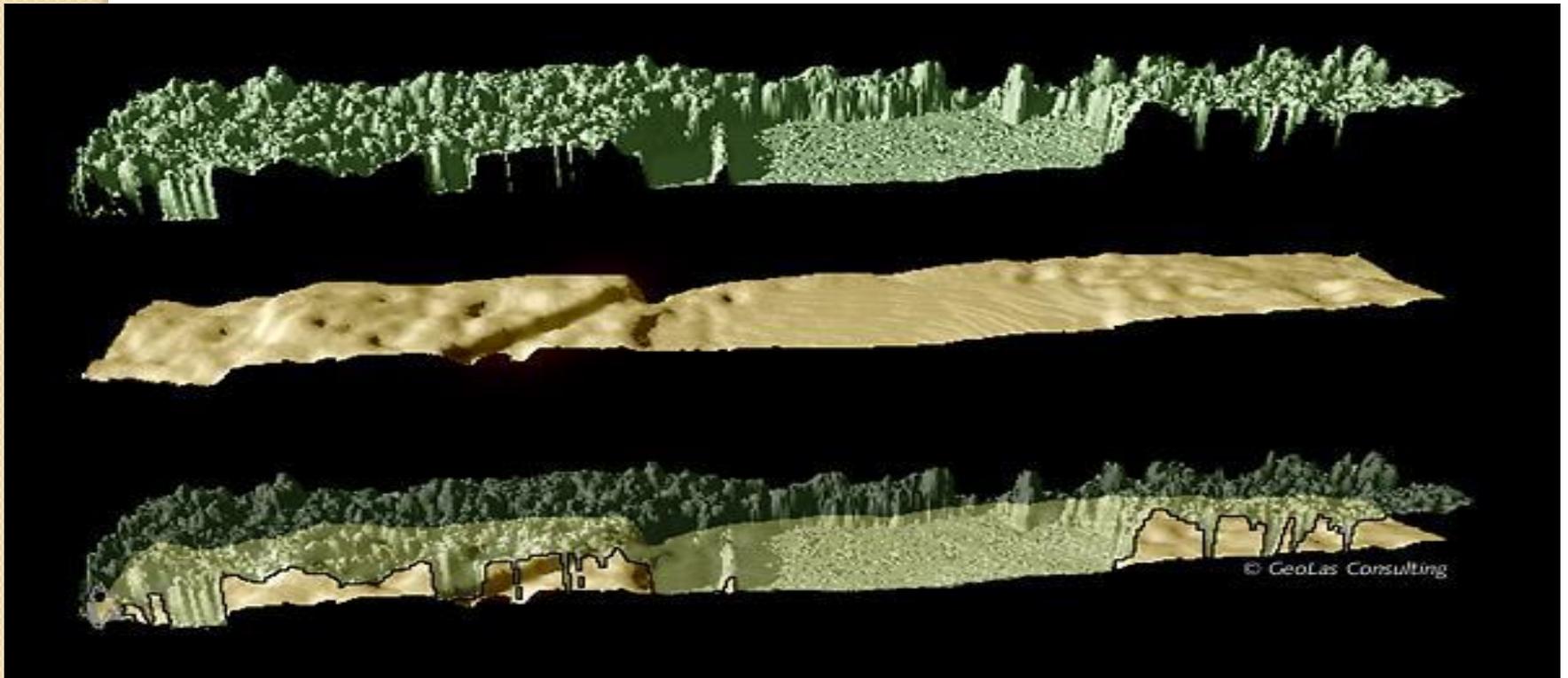
### 3 CONCEITOS

Modelos digitais que podem ser interpolados ou calculados

MS : Modelo digital de SUPERFÍCIE

MT: Modelo digital do TERRENO

Altura:  $H: MS - MT$



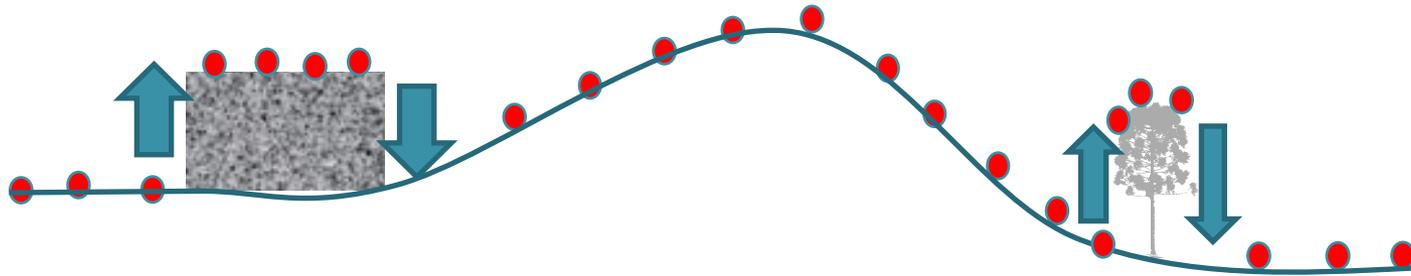
[GeoLas Consulting, 2001]

# Análise da declividade local

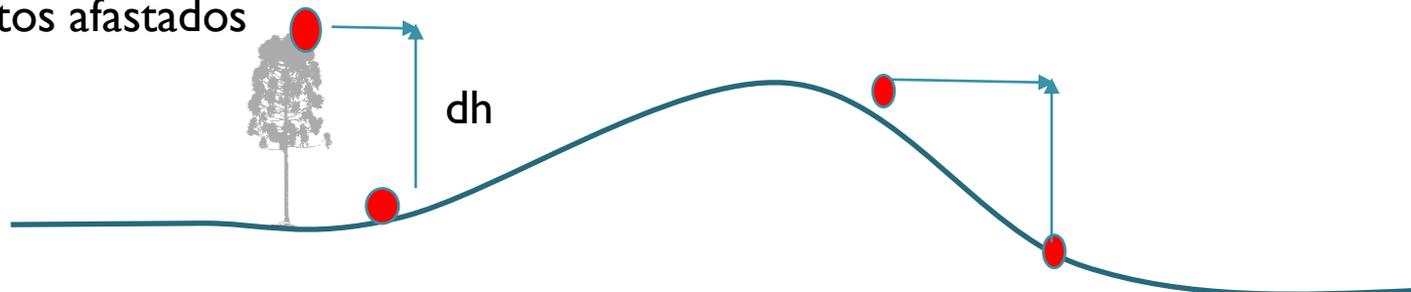
Hipótese:

SE a variação do relevo é suave,

ENTÃO a ocorrência de objetos (vegetação, prédios) é caracterizada pela diferença de altura...

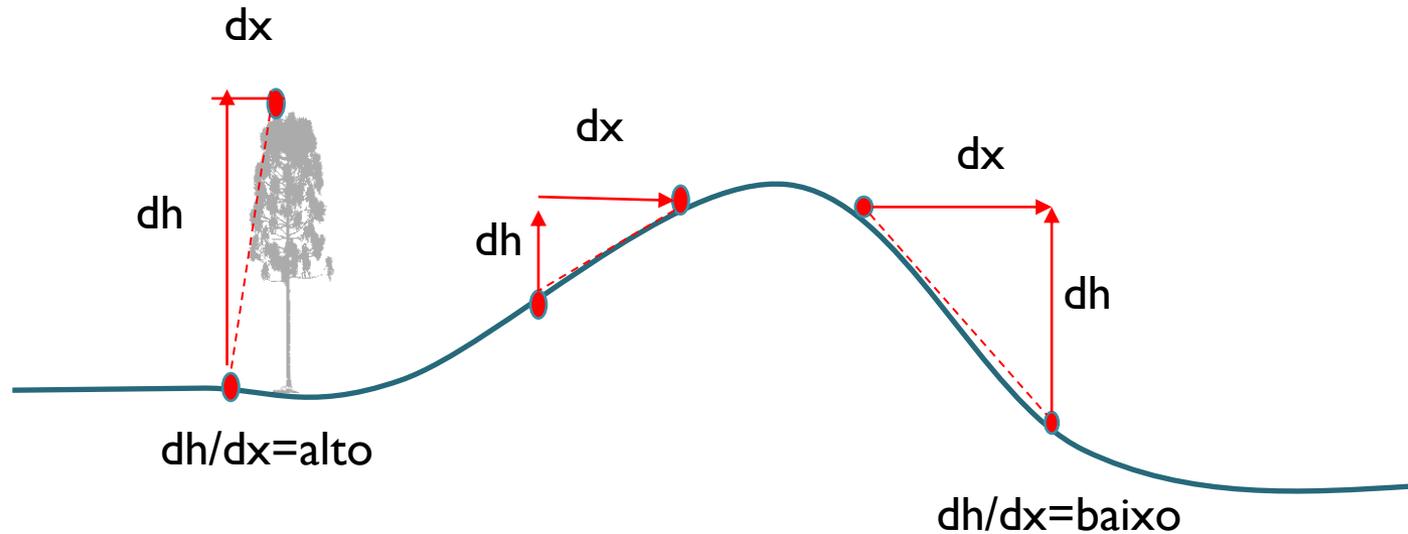


Mas... Se os pontos do terreno estiverem afastados, então podem ocorrer que o terreno tenha variações de altura significativas, porém considerando pontos afastados



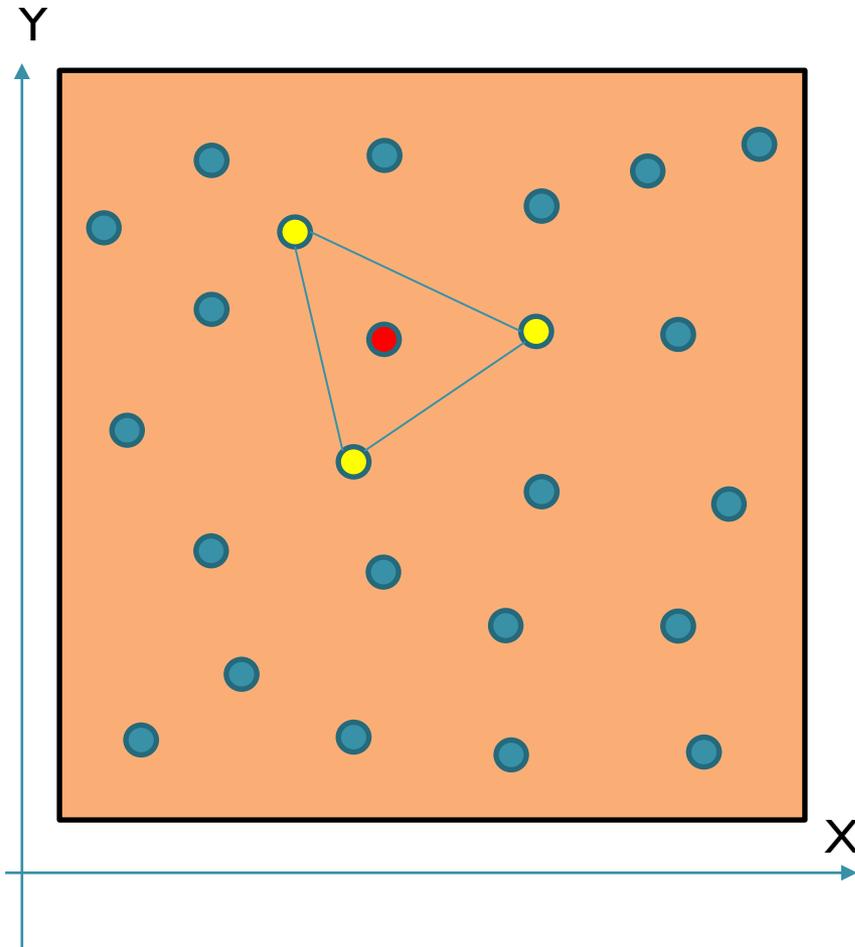
# Análise da declividade local

ENTÃO... Em lugar de considerar a diferença de altura, vamos considerar a declividade local.

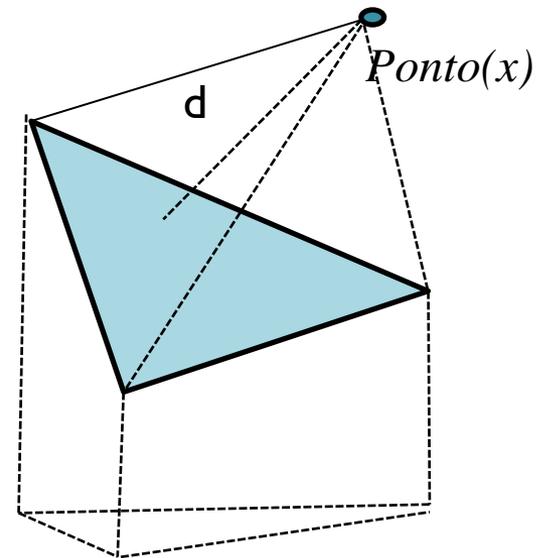


# Em 3 dimensões

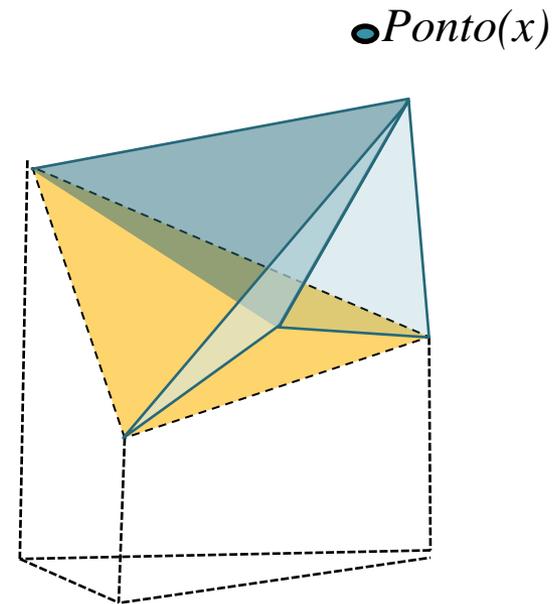
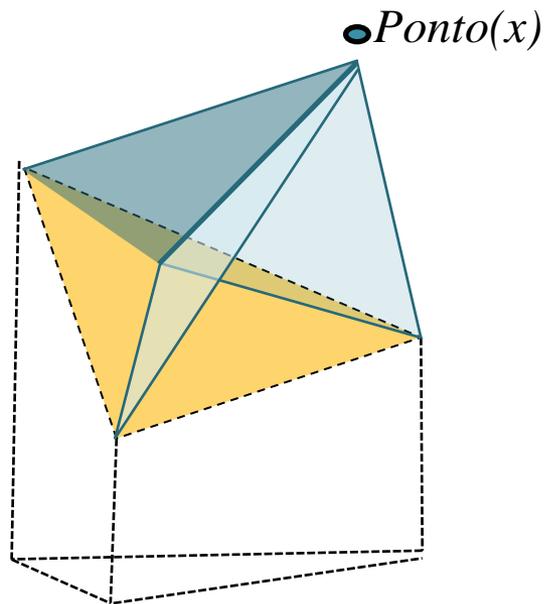
Considere um conjunto de pontos com coordenadas  $X, Y, Z$



O ponto em vermelho está no plano definido pelos seus três vizinhos?



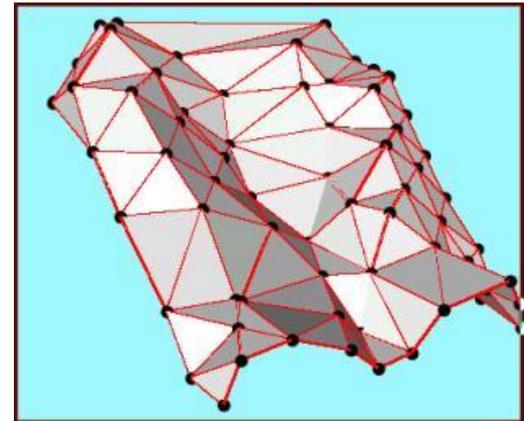
Neste caso, se avalia a declividade em relação aos três vértices do triângulo.



# Adensamento progressivo:Axelsson (2000).

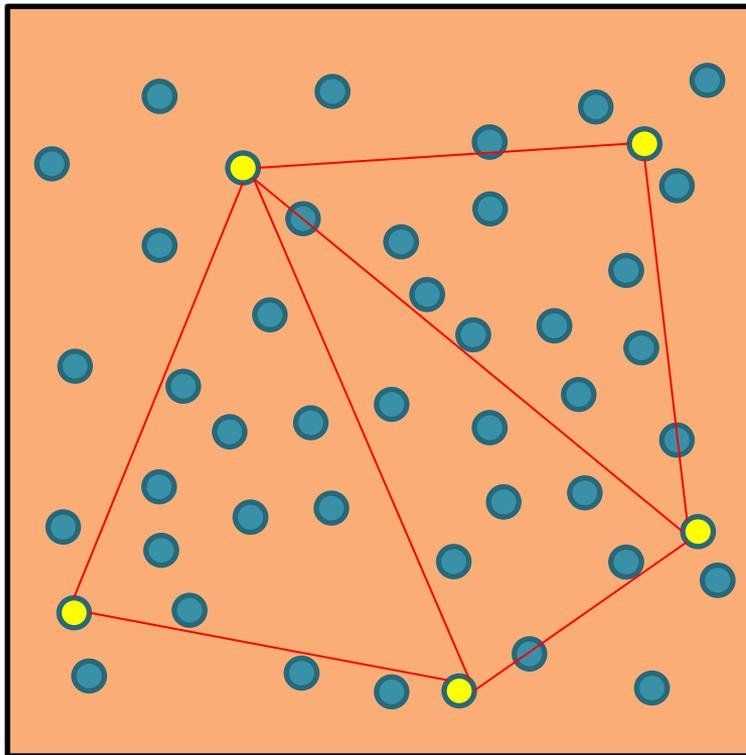
- a) Identificar pontos que são do terreno com certeza. Uma boa opção são aqueles mínimos locais, lembra?
- b) interpolar uma aproximação de superfície sob forma de uma grade TIN.
- c) Verificar todos os pontos restantes. Avaliar se encontra pelo menos um que esteja “perto” desta triangulação. Caso positivo, este ponto é do terreno e ele é somado ao conjunto.
- d) Se não tem novos pontos, acabou, encontrou todos os pontos do terreno.
- e) Como os tem novos pontos, voltar ao passo b;

Análise da posição de cada ponto em relação ao triângulo onde o ponto está localizado, tendo em conta a distância entre o ponto e o triângulo e os ângulos formados entre este ponto e os vértices do triângulo.

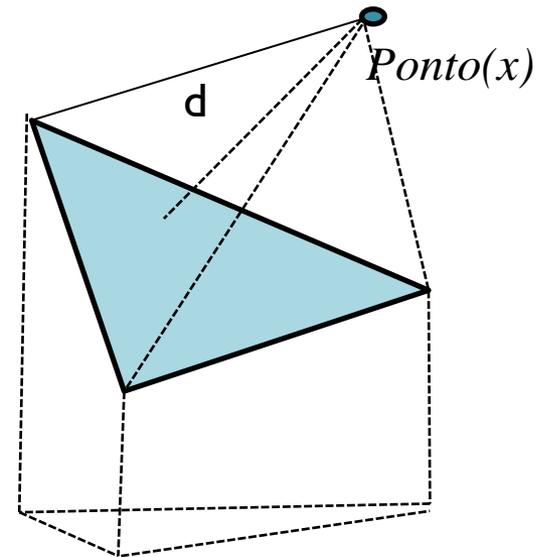


# Passo I

Identificamos mínimos locais. E criamos uma triangulação com estes pontos.

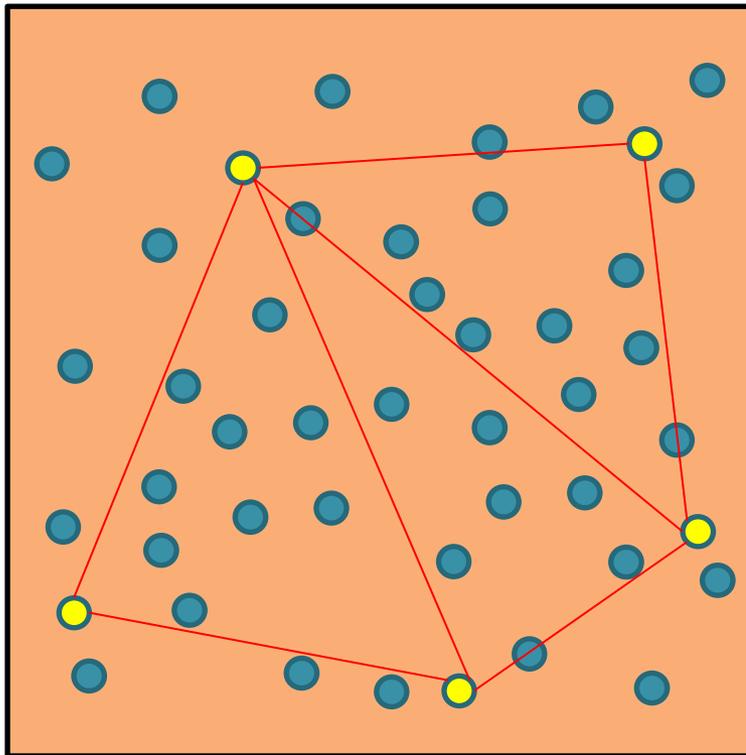


Esta é uma primeira aproximação. Agora, verificamos se existem outros pontos próximos deste modelo.

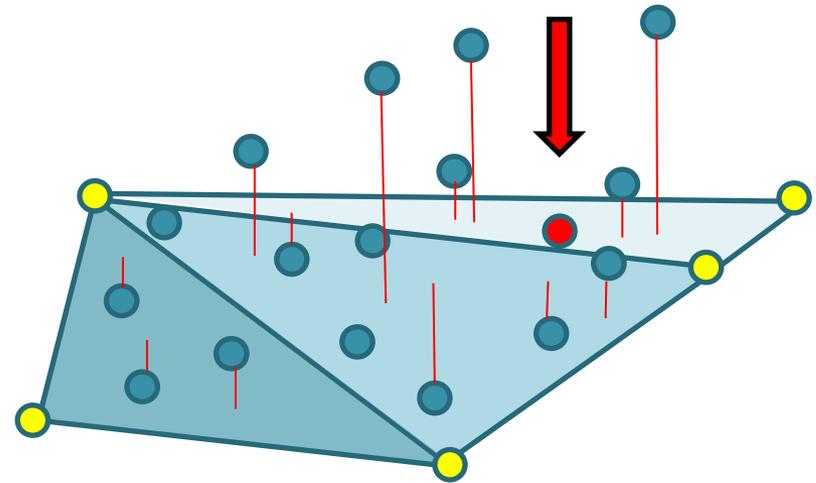


# Passo II

Identificamos mínimos locais. E criamos uma triangulação com estes pontos.



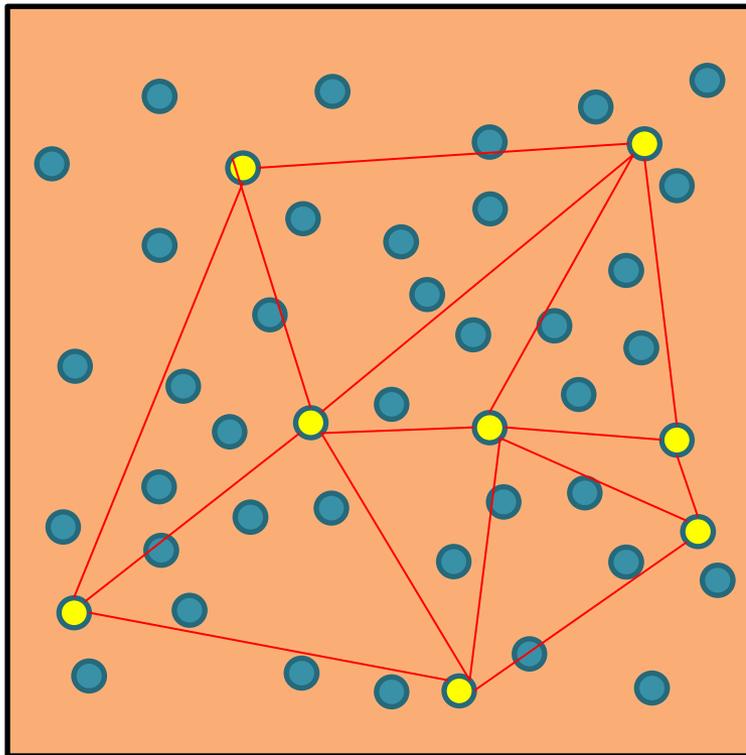
Esta é uma primeira aproximação. Agora, verificamos se existem outros pontos próximos deste modelo.



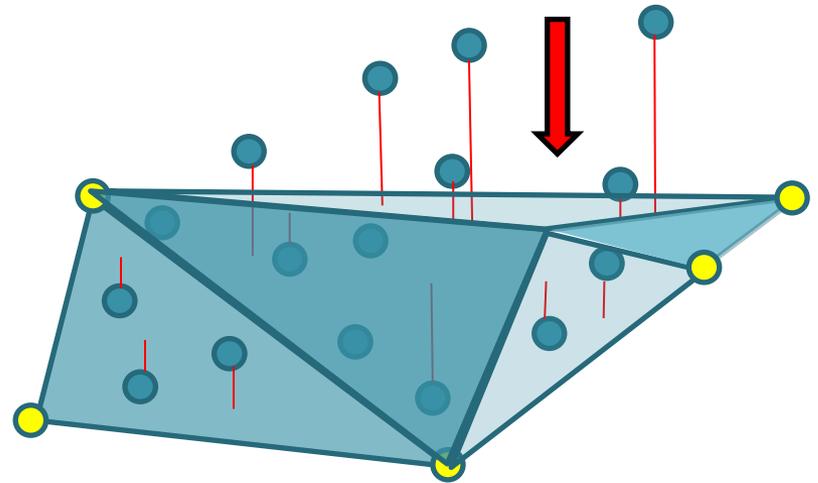
Assim, novos pontos são adicionados.

# Passo III

Como tem novos pontos, a grade foi alterada.  
Repretir a análise.



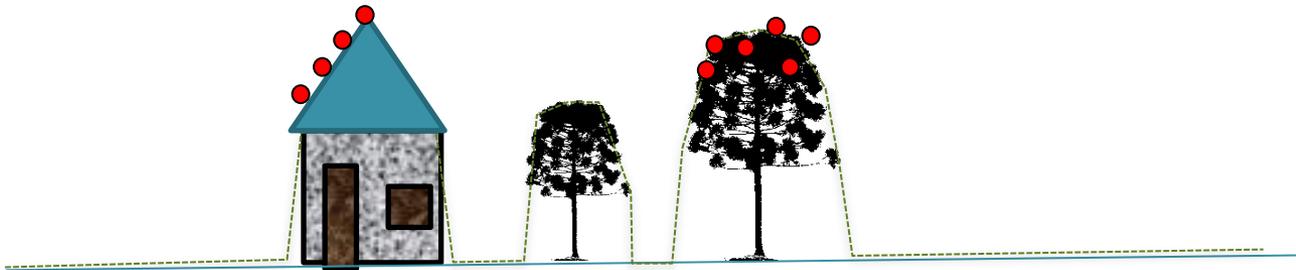
Verificamos se existem outros pontos próximos deste modelo.



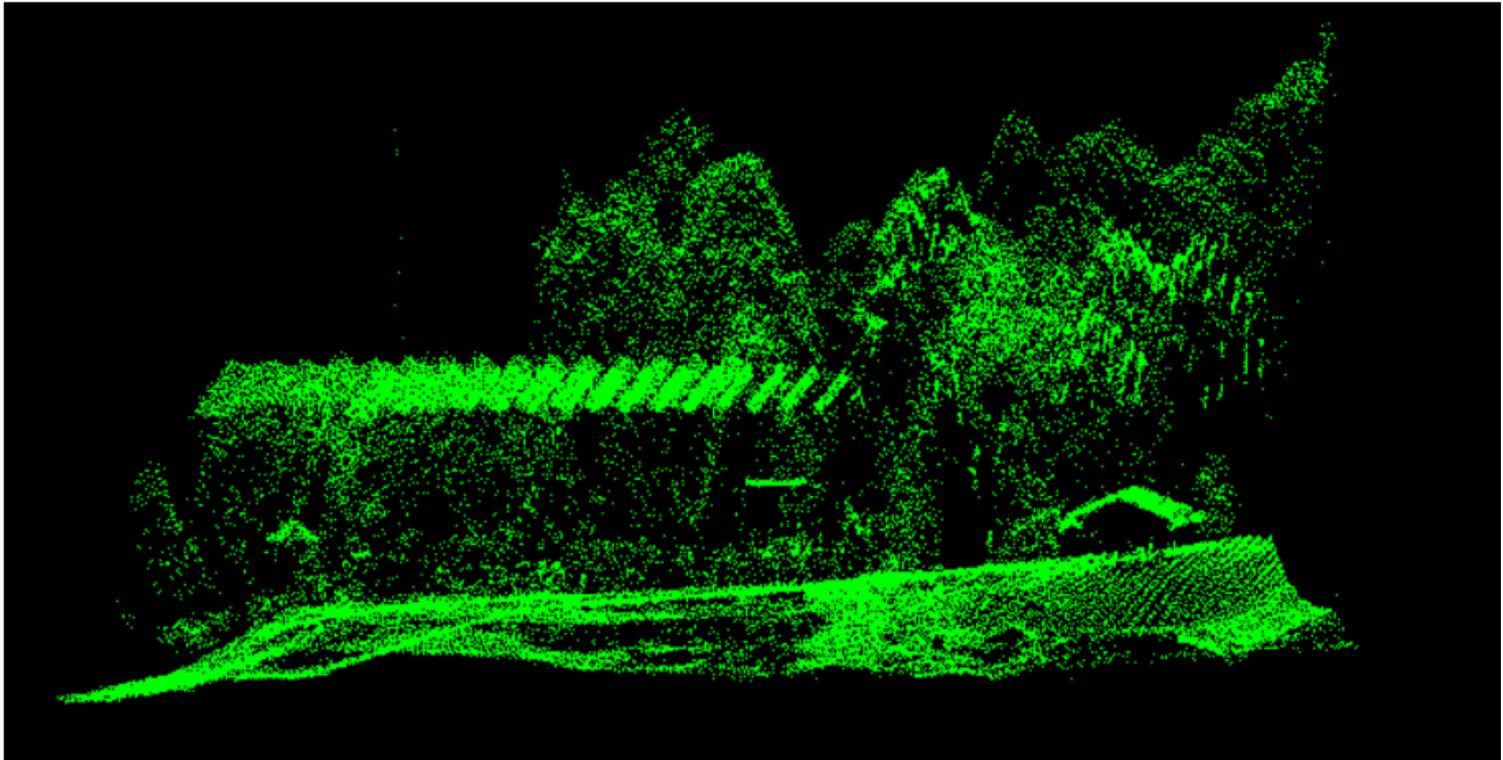
Até que não existam mais pontos próximos.

# VOLTANDO

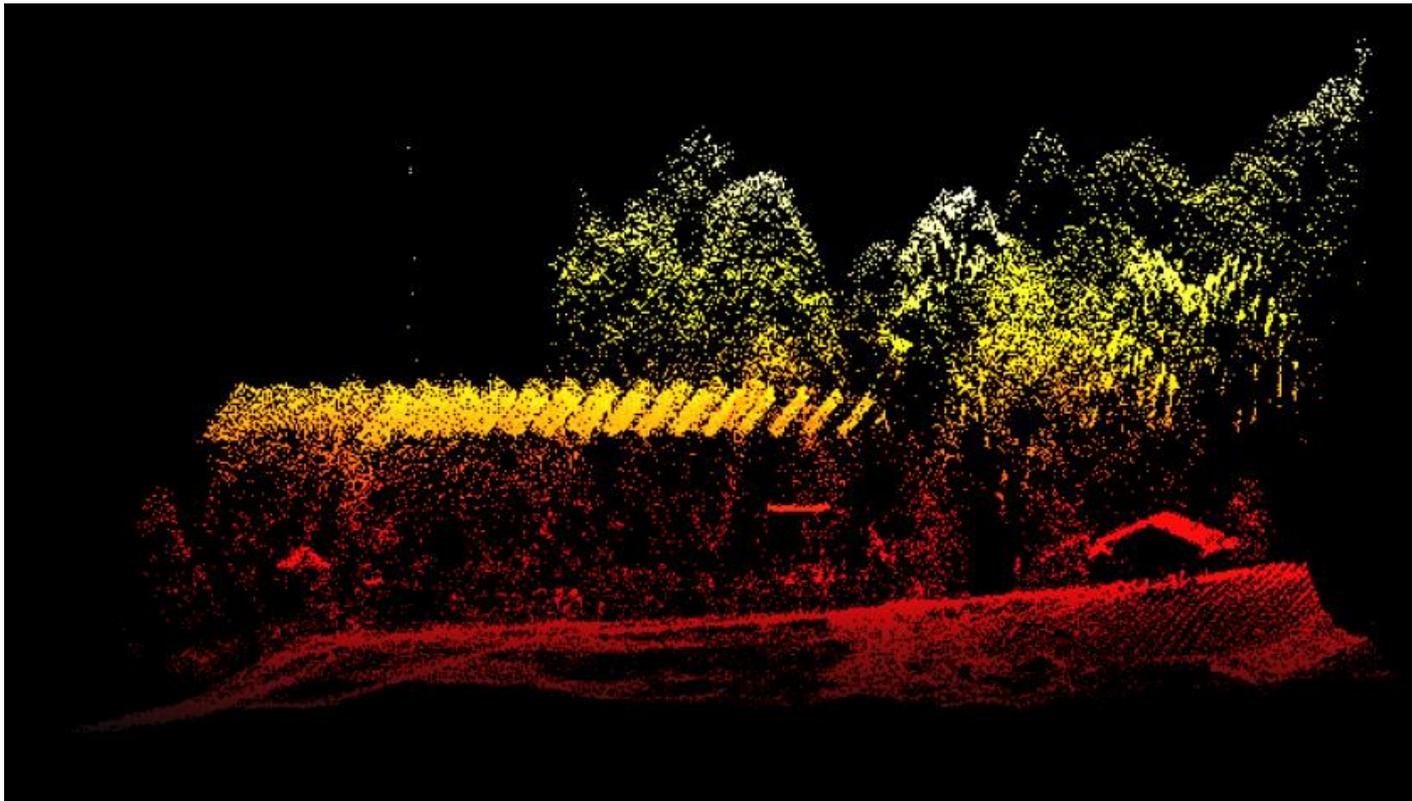
- a) Temos um modelo de superfície MS (com todos os pontos)
- b) Classificar os pontos em: terreno não terreno (GROUND)
- c) Com os pontos do terreno podemos interpolar o MDT (Modelo Digital do Terreno)
- d) A diferença  $MS - MDT =$  altura dos objetos acima do terreno (HEIGHT)
- e) Avaliando a textura do topo dos objetos pode-se inferir se:
  - a) É vegetação (Textura rugosa)
  - b) É telhado (Textura lisa)



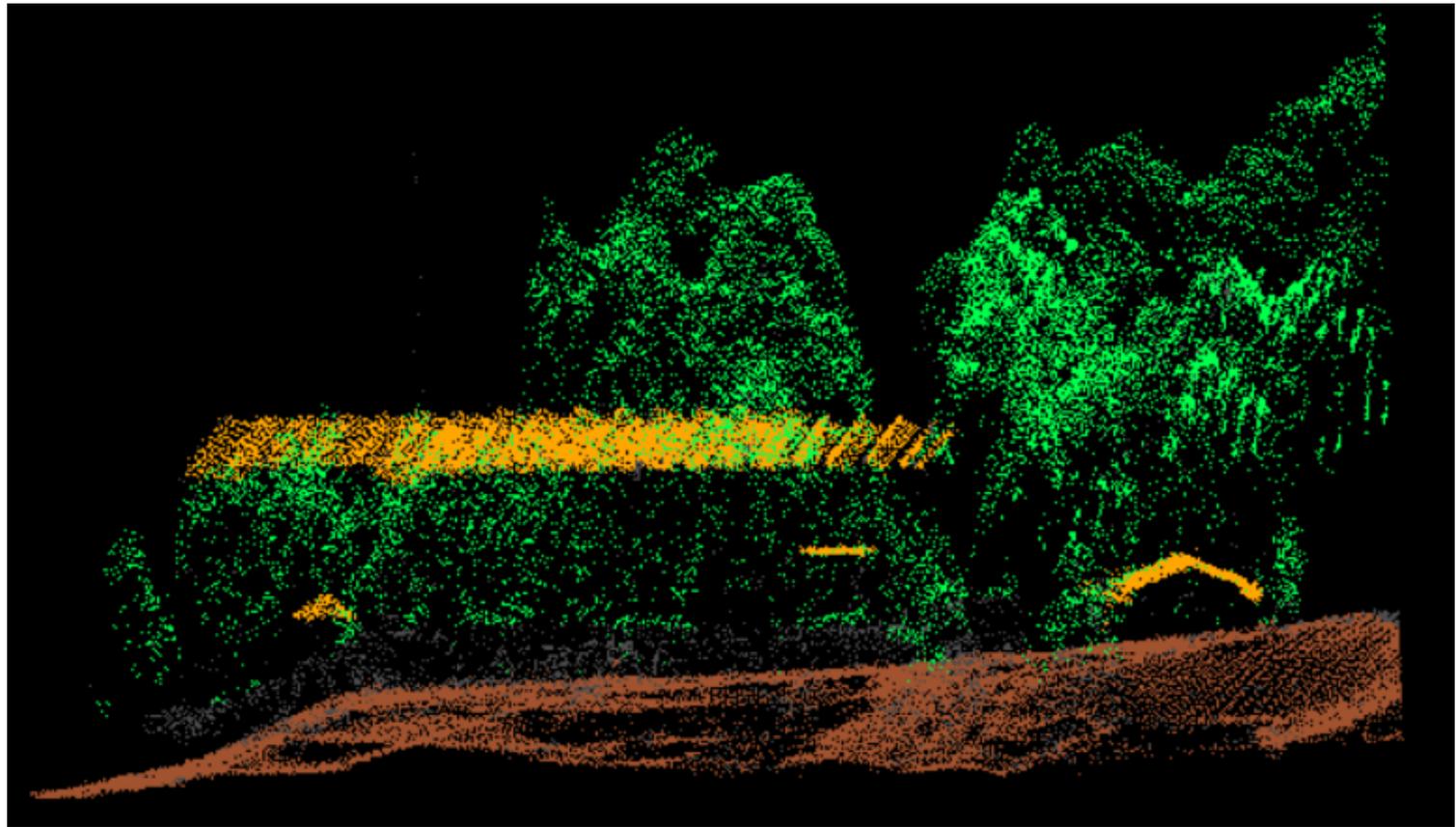
# Exemplo: dados brutos



# Colorido por altura



# Classificação



 Vegetação

 Terreno

 Telhado

# Vantagens/problemas

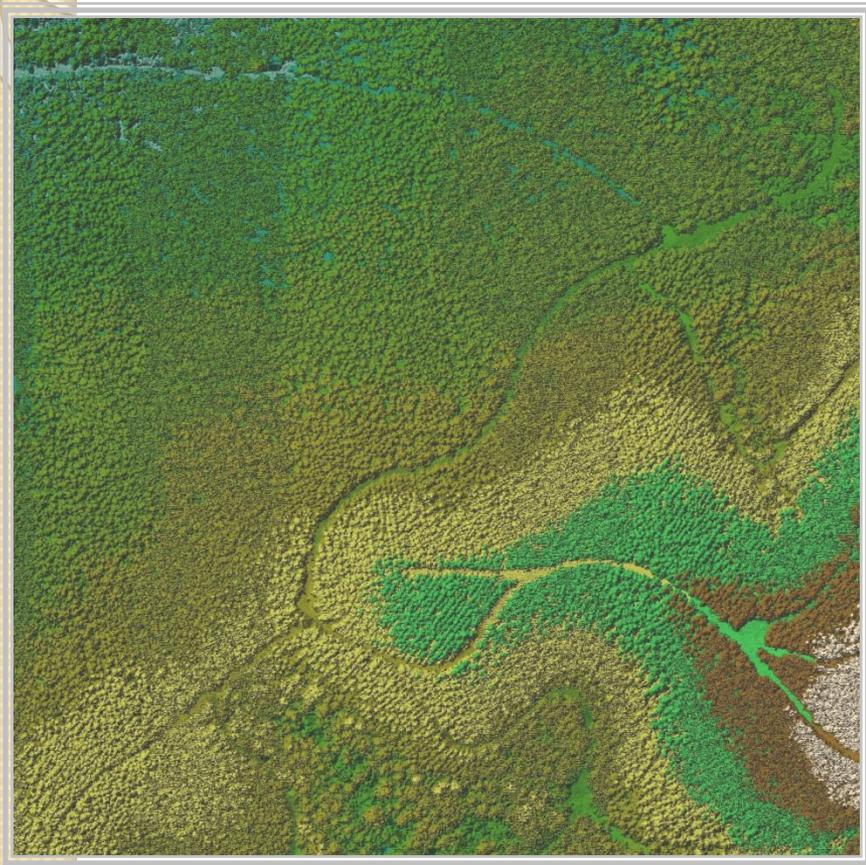
- Vantagens:

- alta velocidade na obtenção de malhas densas ( $\geq 4$  pontos /  $m^2$ )
- pode atingir alta acurácia ( $< 0.3m$  posição,  $\sim 0.1m$  altitude)
- independe das condições de iluminação (pode operar à noite)
- demanda relativamente pouco pós-processamento
- Baixo tempo de obtenção do produto final
- Compatível com SIG e CAD

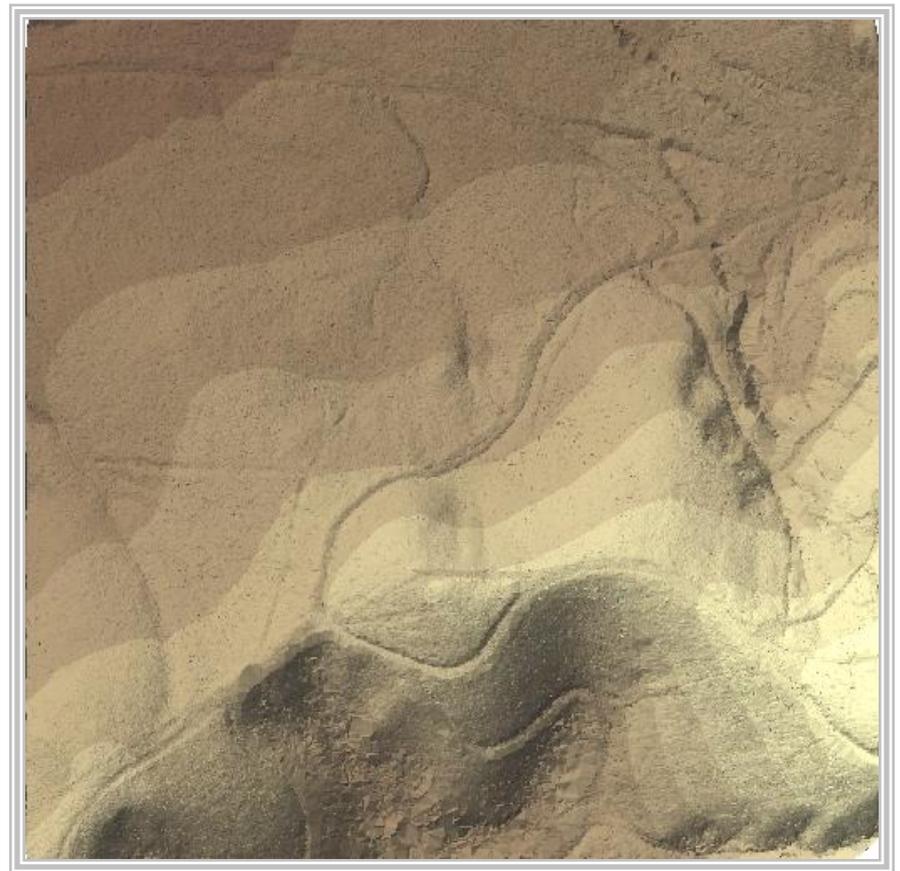
- Problemas:

- Áreas cobertas por água dificultam a obtenção de dados
- Materiais com reflexão especular (ex. telhados de cobre)
- Materiais que absorvem todo o sinal (como asfalto)
- Materiais transparentes (como vidro)
- Erros nos sistemas de apoio (GS/SNI) prejudicam todo o levantamento

# Remoção Virtual da Vegetação



MDE



MDT

# TELHADOS

- Problema:
- Separar objetos elevados acima do terreno que sejam parte de uma construção:
- Neste caso, o telhado
- Objetos elevados que não sejam vegetação!



# MDS - Curitiba

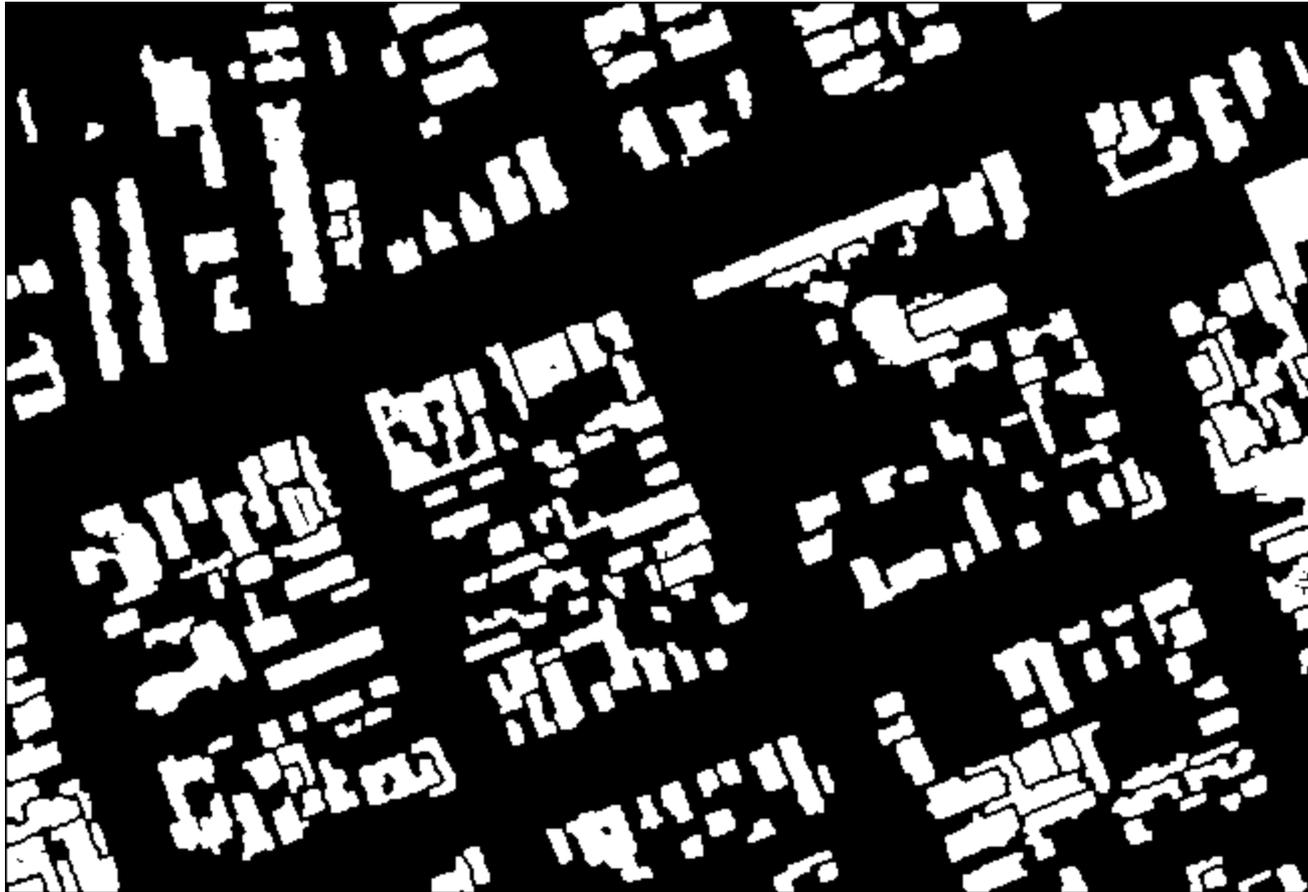


Karina De Souza Silva (2013), Ufpr

# Contornos de objetos elevados



# Separação por textura



# Modelra telhados

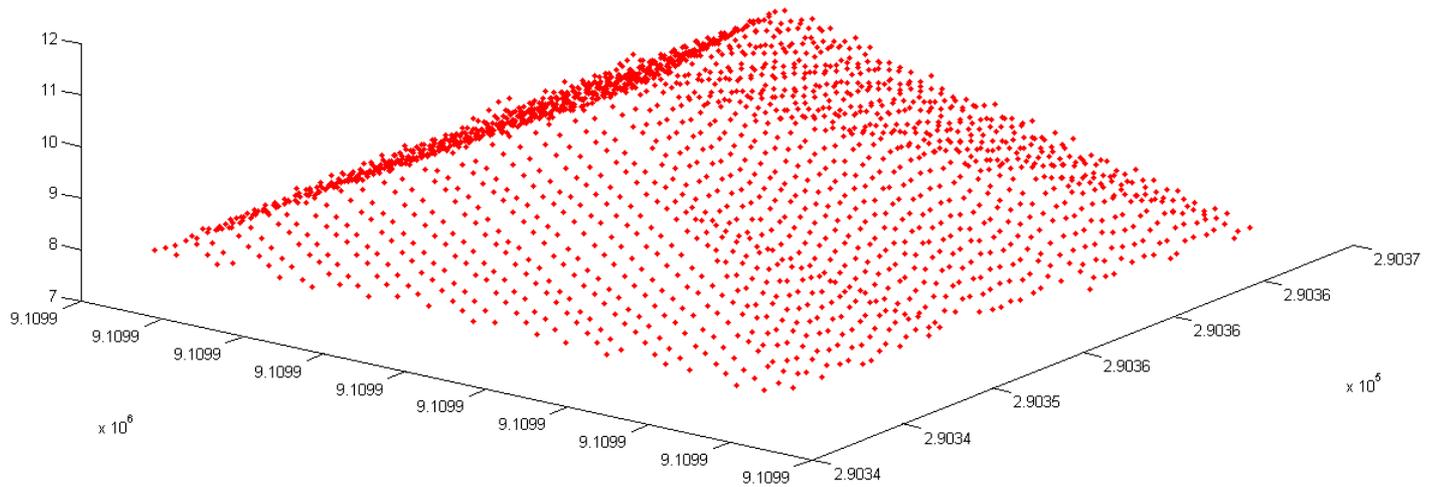
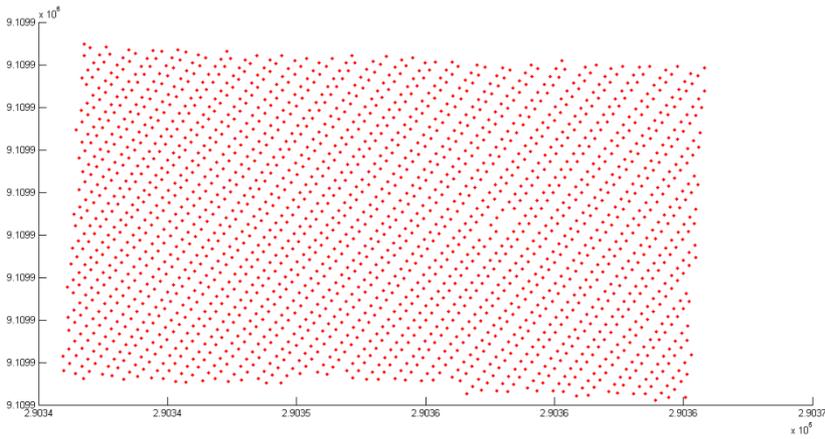
Exemplo: energia solar?

Potencial

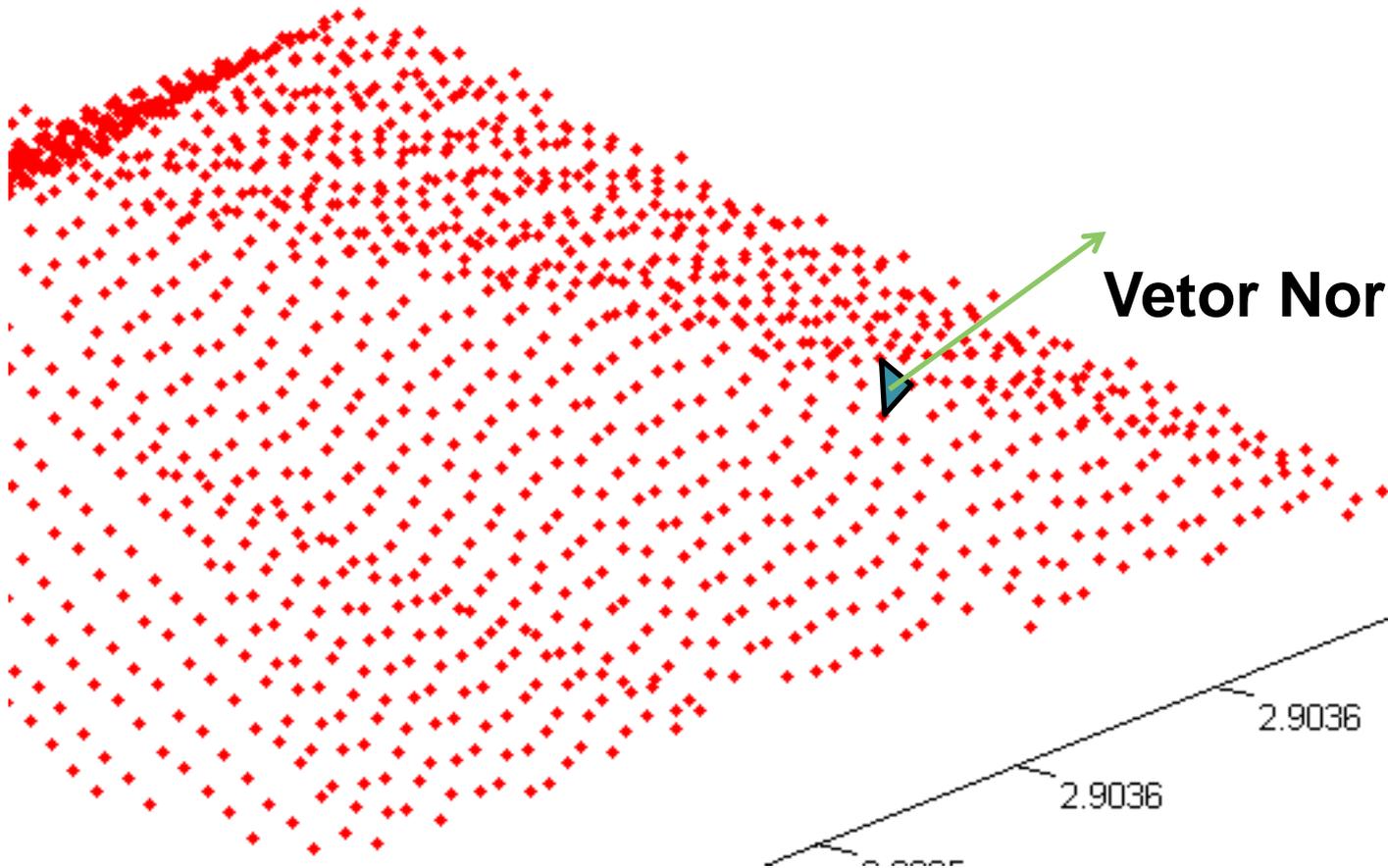
Fotovoltaico de  
telhados



[www.blom-uk.co.uk](http://www.blom-uk.co.uk)



Uso de nuvem de pontos lidar como subsídio à  
 estimativa de potencial fotovoltaico  
 Mitishita , Centeno (2014)



**Vetor Normal**

2.9036

2.9036

Agrupar os vetores normais para detectar planos com orientações diferentes

