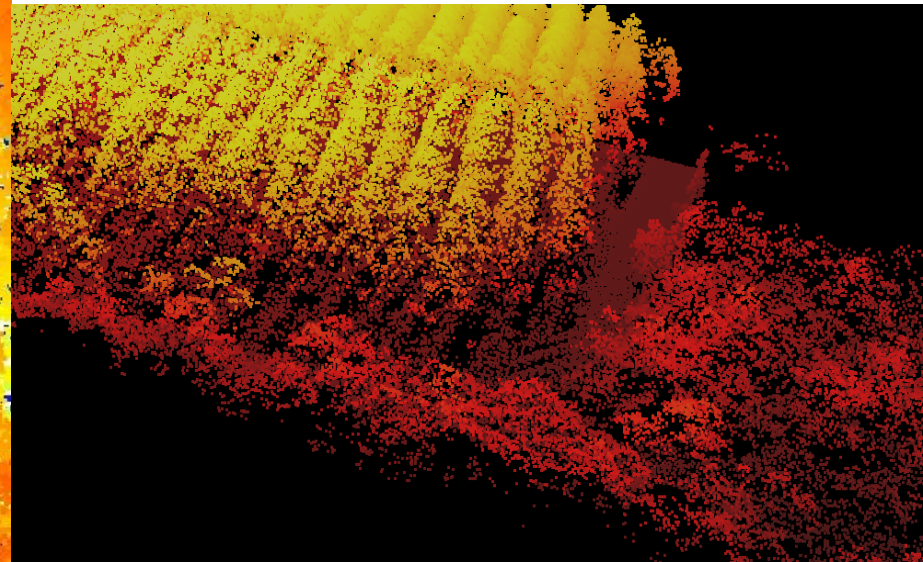
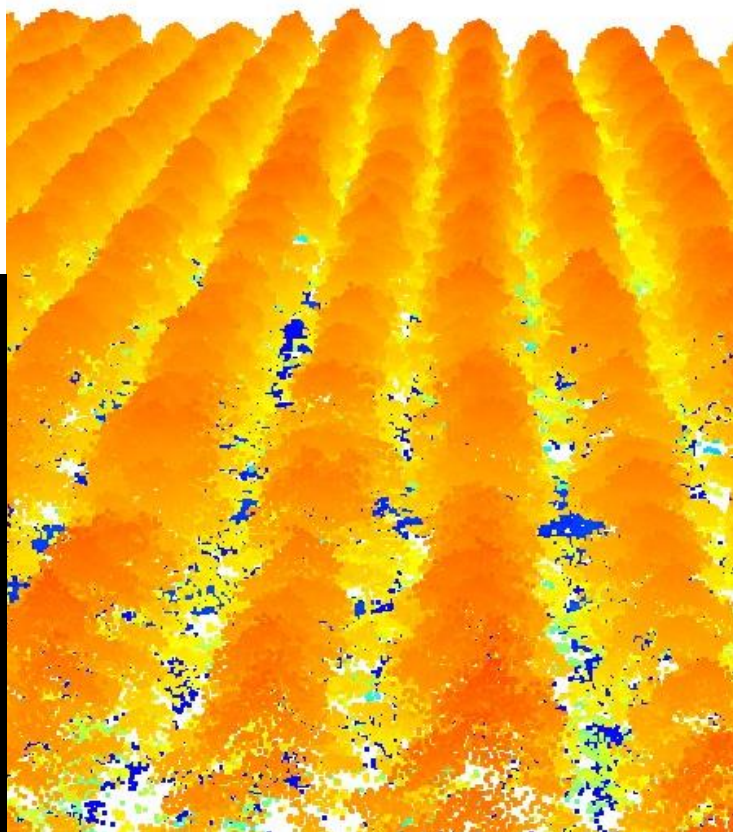
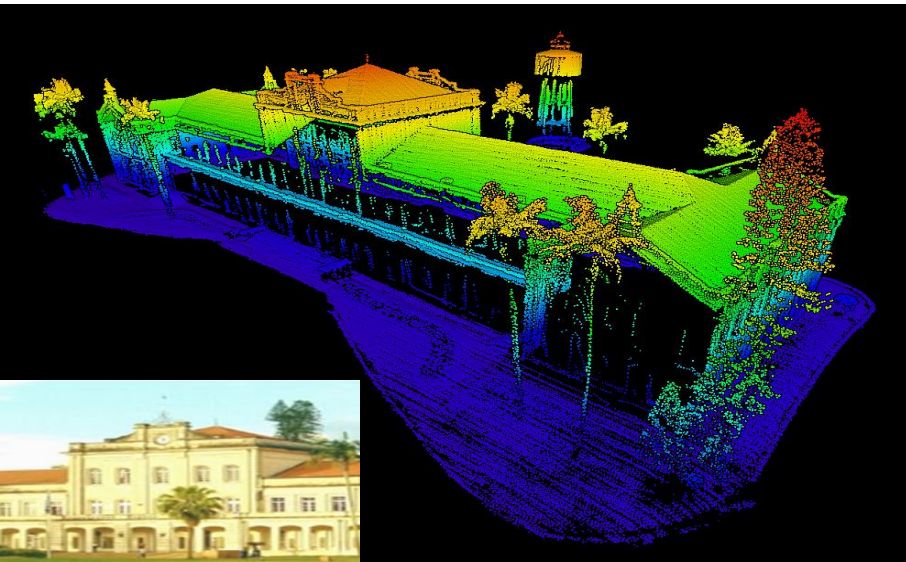


# LiDAR pra quê?

## Programa Cooperativo em Tecnologias LiDAR

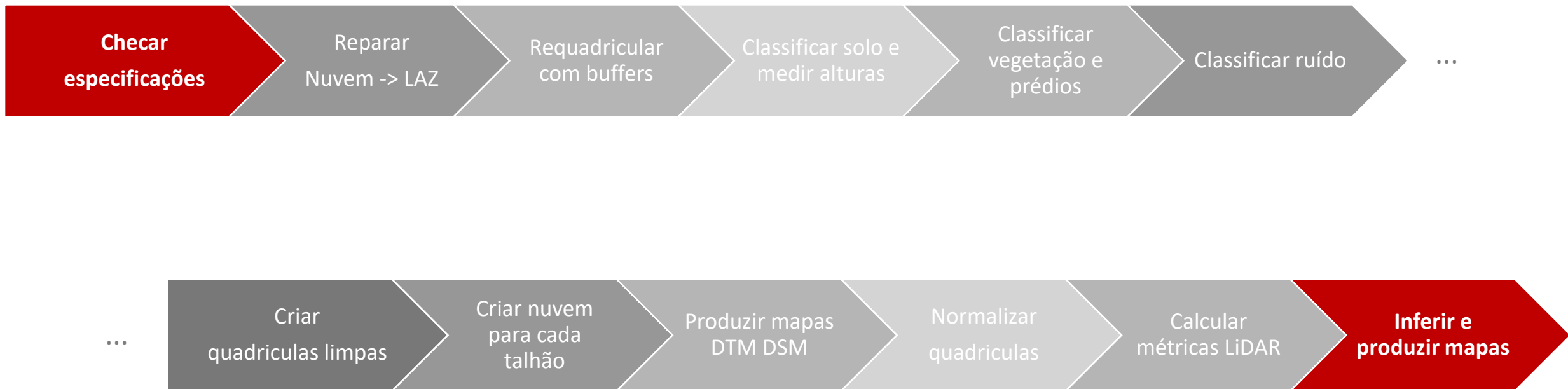
Reunião Aberta – 20/Ago/2022




# LiDAR pra quê?

## Programação

Manhã	Abertura	<i>Histórico</i>
		<i>Vantagens da Inovação</i>
		<i>Disseminação de Resultados e Benefícios da Afiliação</i>
	LiDAR para quê?	Inventário Florestal com LiDAR – o que é ABA?
		LiDAR para fins florestais – quando usar drones
		Escaneadores LiDAR “portáteis”
	<b>LiDAR sobre e sub copas – DJI Matrice 300 RTK + Hovermap da Emesent</b>	
	<b>Inventário Florestal com LiDAR sobre copas + parcelas convencionais</b>	
	Tarde	<b>Inventário Florestal com LiDAR sobre copas + LiDAR sub copas</b>




Ciências Florestais

[Alterações recentes](#) [Gerenciador de mídias](#) [Índice](#)

[Visitou: start · projetos · lidar](#)

Boas Vindas

Extensão


- ▶ Hortas Infantis
- ▶ Arboreto

Pesquisa

- ▼ LiDAR
  - Dados
  - Equipe
  - Eventos
  - ProLiDAR
  - Startups
  - Tutoriais
- ▶ Temáticos

Ensino

- ▶ Engenharia Florestal
- ▶ Ciência Aberta

 Sintaxe DokuWiki

## Tecnologias LiDAR

O uso de tecnologias LiDAR na área florestal vem sendo consolidada por um grupo de pesquisa coordenado pelo [Prof. Luiz Carlos Estraviz Rodriguez](#) do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP desde 2010. Nesse ano foi constituído o Grupo de Estudos em Tecnologias LiDAR (GETLiDAR), formado, principalmente, por estudantes de graduação e de pós-graduação. O grupo tem se dedicado à avaliação de parâmetros estruturais da floresta e ao estudo da dinâmica do crescimento florestal com o apoio de tecnologias de sensoriamento remoto ativo.

O sensoriamento com escaneadores laser, mais conhecido pelo uso de sensores que usam tecnologias [LiDAR](#) (Light Detection and Ranging), tem enorme potencial para aprimorar os procedimento de quantificação de biomassa e de caracterização da estrutura vertical da cobertura vegetal em diferentes escalas de avaliação. Nesse sentido, a nossa equipe desenvolve as seguintes atividades:

Atividade	Descrição
Dados	Acesse e explore diferentes nuvens de pontos LiDAR
Equipe	Saiba quem já participou e atualmente integra a nossa equipe
Eventos	Assista apresentações feitas em eventos organizados pela nossa equipe
ProLiDAR	Acompanhe como se dá a cooperação com empresas interessadas em LiDAR
Startups	Conheça os empreendimentos inovadores que surgiram a partir das nossas atividades
Tutoriais	Aprofunde-se no estudo e processamento de dados LiDAR

O processo envolve três etapas:

- Desenho:** de como os dados são coletados
- Estimação:** do parâmetro florestal de interesse
- Inferência:** sobre o parâmetro estimado

Inventários bem feitos apresentam estimação e inferência.

Sem inferência, não é possível avaliar a qualidade da estimação.

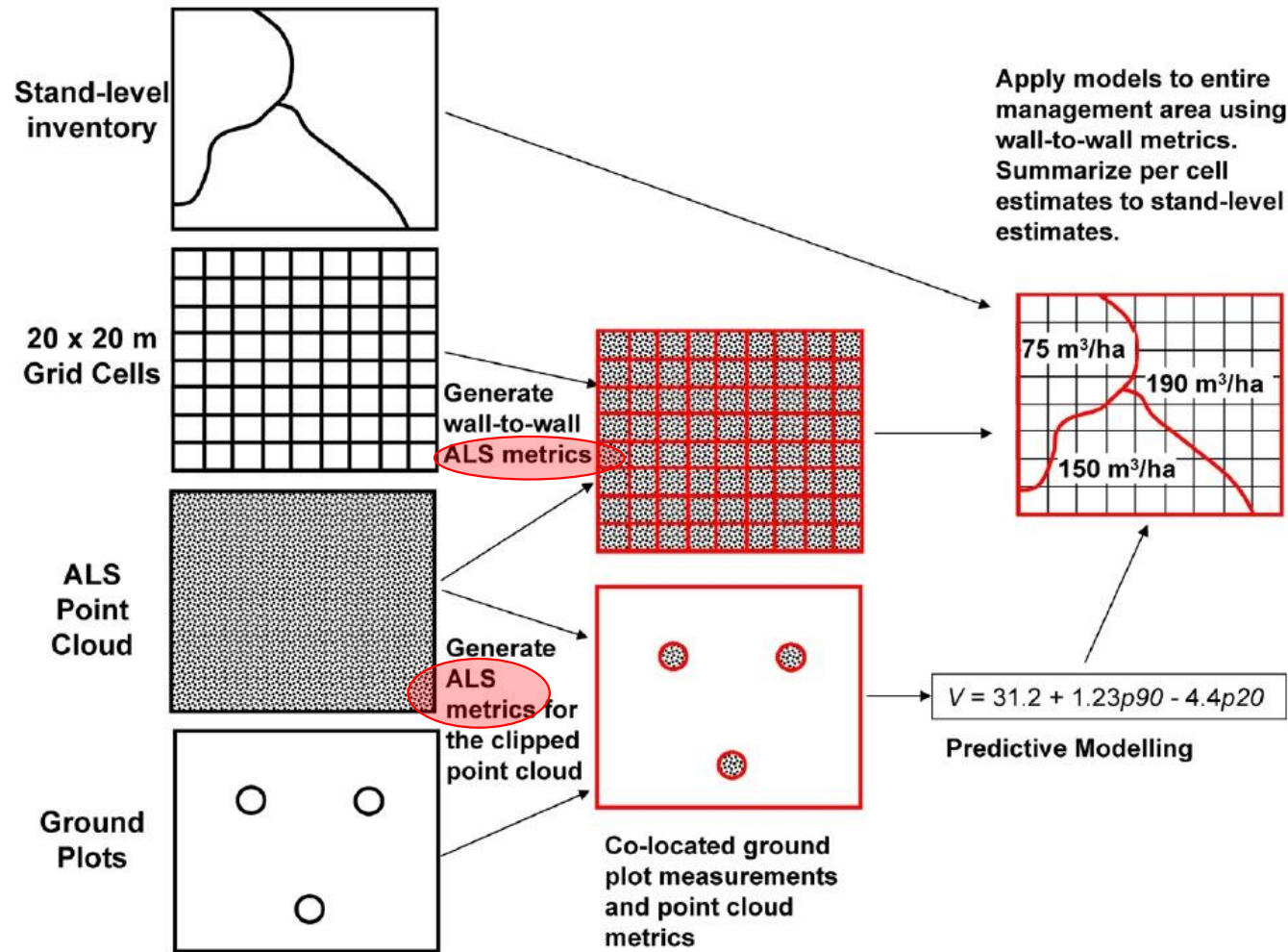
Três desenhos são os mais usados para gerar boas estimativas:

- **Amostragem Casual Simples (ACS)**
- **Amostragem Casual Estratificada (ACE)**

O uso de tecnologias LiDAR permite o uso da

- **Amostragem Dupla (AD)**

pois gera abundante medição de variável auxiliar potencialmente bem correlacionada com os parâmetros florestais de interesse



O inventário florestal com **ABA** é um exemplo de **Amostragem Dupla** com estimativas geradas por regressão

Joanne C. White; Michael A. Wulder; Andrés Varhola; Mikko Vastaranta; Nicholas C. Coops; Bruce D. Cook; Doug Pitt and Murray Woods.

A best practices guide for generating forest inventory attributes from airborne laser scanning data using an area-based approach (Version 2.0) Natural Resources, Canadian Forest Service, Canadian Wood Fibre Centre. Information Report FI-X-010, 2013.

**SCIENTIA  
FORESTALIS**

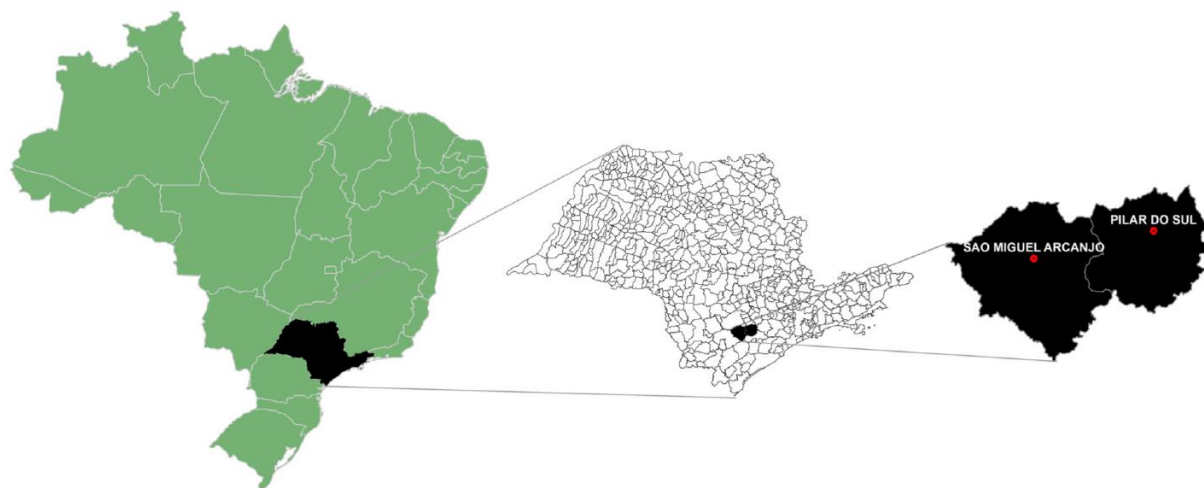
Sci. For., Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 845-852, dez. 2015

DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v43n108.9](https://doi.org/10.18671/scifor.v43n108.9)

Redução do erro amostral na estimativa do volume de povoamentos de *Eucalyptus* ssp. por meio de escaneamento laser aerotransportado

Reducing of the sampling error in *Eucalyptus* ssp. stand volume through airborne laser scanning estimation

Danitiele Cristina França Laranja<sup>1</sup>, Eric Bastos Gorgens<sup>2</sup>, Carlos Pedro Boechat Soares<sup>3</sup>, André Gracioso Peres da Silva<sup>4</sup> e Luiz Carlos Estraviz Rodriguez<sup>5</sup>



O estudo foi realizado em uma área de 401,6 hectares localizada nos municípios de São Miguel Arcanjo e Pilar do Sul, onde foram lançadas e medidas 37 parcelas em campo. O menor erro de amostragem obtido foi o da dupla amostragem com regressão múltipla ( $\pm 1,8\%$ ), seguidos pela dupla amostragem com estimador de regressão simples; amostragem casual estratificada; e amostragem casual simples, confirmando o potencial de uso dos dados do sensor laser para melhorar as estimativas de volume do inventário florestal, possibilitando a redução da intensidade amostral. Considerando apenas 10 unidades de amostra, o erro da dupla amostragem obtido na regressão múltipla foi de  $\pm 3,4\%$ .

amostragem casual simples ACS

amostragem casual estratificada ACE I material genético

ACE II material genético e unidade de produção

$$DA I \quad VTCC = \beta_0 + \beta_1 P90 + \varepsilon$$

$$DA II \quad VTCC = \beta_0 + \beta_1 P90 + \beta_2 ARMFR + \varepsilon$$

porcentagem de retornos acima da média dos primeiros retornos – ARMFR

Amostragem	VTCC (m <sup>3</sup> /ha)	Variância da média (m <sup>3</sup> /ha)	Erro Padrão (m <sup>3</sup> /ha)	Intervalo de Confiança (m <sup>3</sup> /ha)	Erro Amostral (%)
ACS	331,6	89,7	$\pm 9,5$	$\pm 16,0$	$\pm 4,8$
ACE I	335,5	45,3	$\pm 6,7$	$\pm 11,4$	$\pm 3,4$
ACE II	333,3	27,0	$\pm 5,2$	$\pm 8,8$	$\pm 2,6$
DA I	319,8	14,5	$\pm 3,8$	$\pm 6,4$	$\pm 2,0$
DA II	328,3	12,8	$\pm 3,6$	$\pm 6,0$	$\pm 1,8$
















<http://quarani.esalq.usp.br>

### Inventário da Fazenda Modelo

A Fazenda Modelo é uma abstração, mas expressa dados reais. É constituída por um subconjunto de talhões de eucaliptos extraídos de um conjunto maior de talhões florestais manejados pela [Suzano Papel e Celulose](#) para fins industriais.

A [FotoTerra](#) foi a empresa que fez o levantamento LiDAR. Dois sobrevoos ALS (*airborne laser scanning*) foram realizados, um em 2013 e outro em 2014. As nuvens de dados ALS coletadas foram processadas e do produto final foram extraídas seis quadrículas (*tiles*) de 500m x 500m, que cobrem integralmente os quatro talhões que constituem a Fazenda Modelo. Os dados gentilmente disponibilizados pela Suzano nos permitiram criar este exercício, e assim desenvolver, com bastante realismo, as etapas básicas de processamento de dados LiDAR para fins de inventário florestal.

Visualize as nuvens de cada *tile*, use os *shapes* e *KMLs* para produzir mapas dos talhões da Fazenda Modelo, estude detalhadamente o script R que cobre cada etapa do exercício. Os *tiles* de dados LiDAR estão no formato LAZ e, para facilitar a sua identificação, apresentam no respectivo nome o ano (A), linha (L) e coluna (C). O acesso direto aos dados LiDAR mantidos em um repositório *github* se faz via *script R*. Toda essa informação está disponível para download no quadro abaixo.

Talhões	Ano	Tiles			Script
		LIC	5	6	
 shp  kml	2013	4	 	 	
		5	 	 	
		6	 	 	
	2014	4	 	 	
		5	 	 	
		6	 	 	

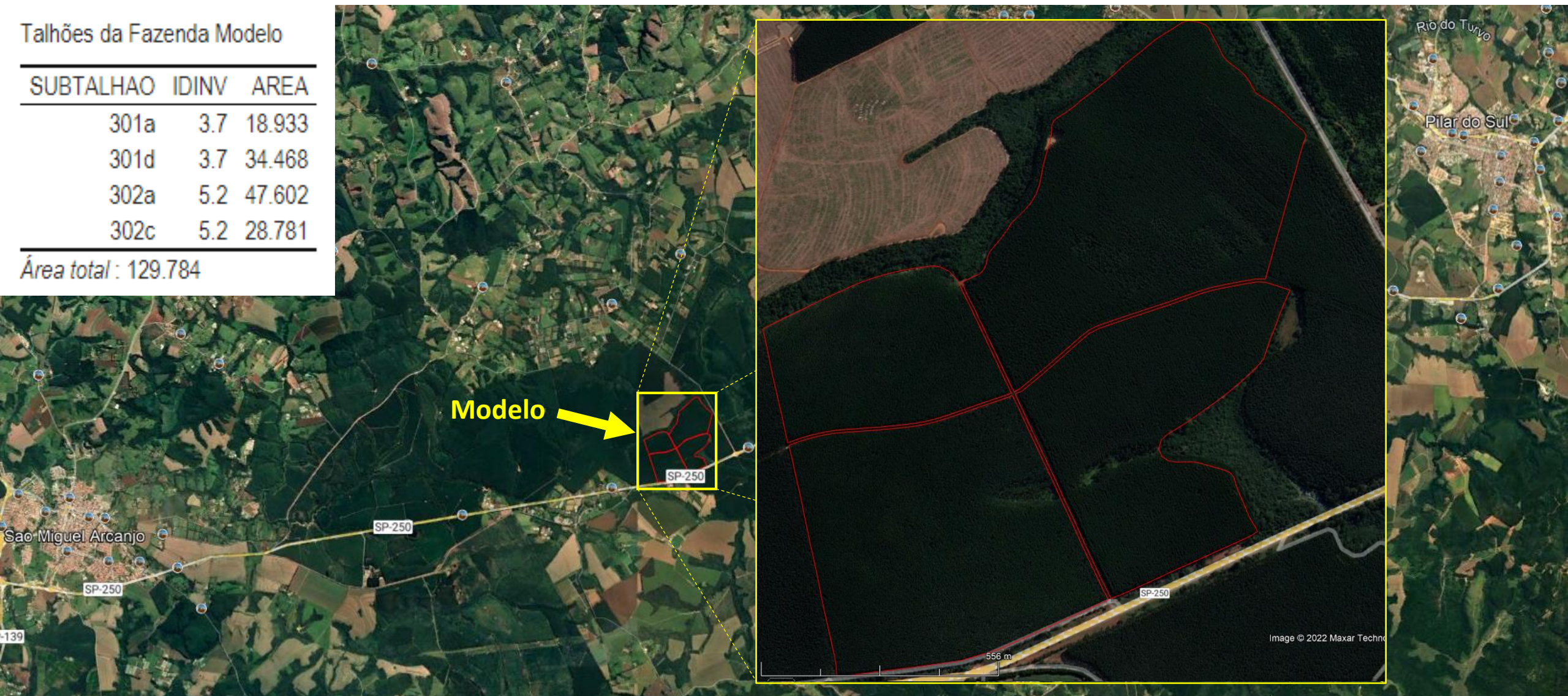
# LiDAR pra quê?

## Fazenda Modelo

### Talhões da Fazenda Modelo

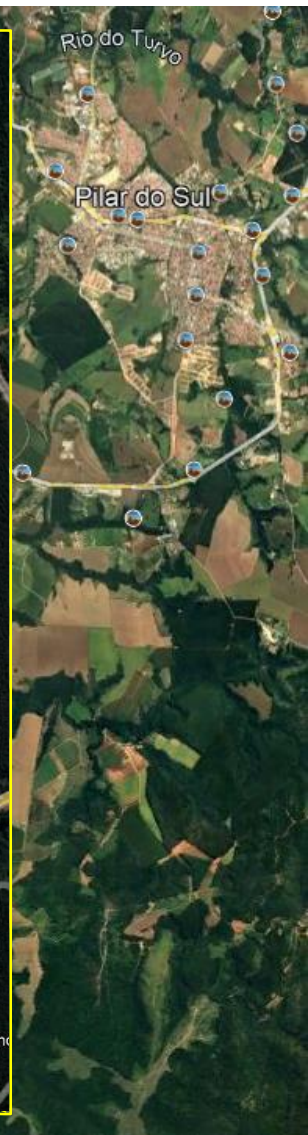
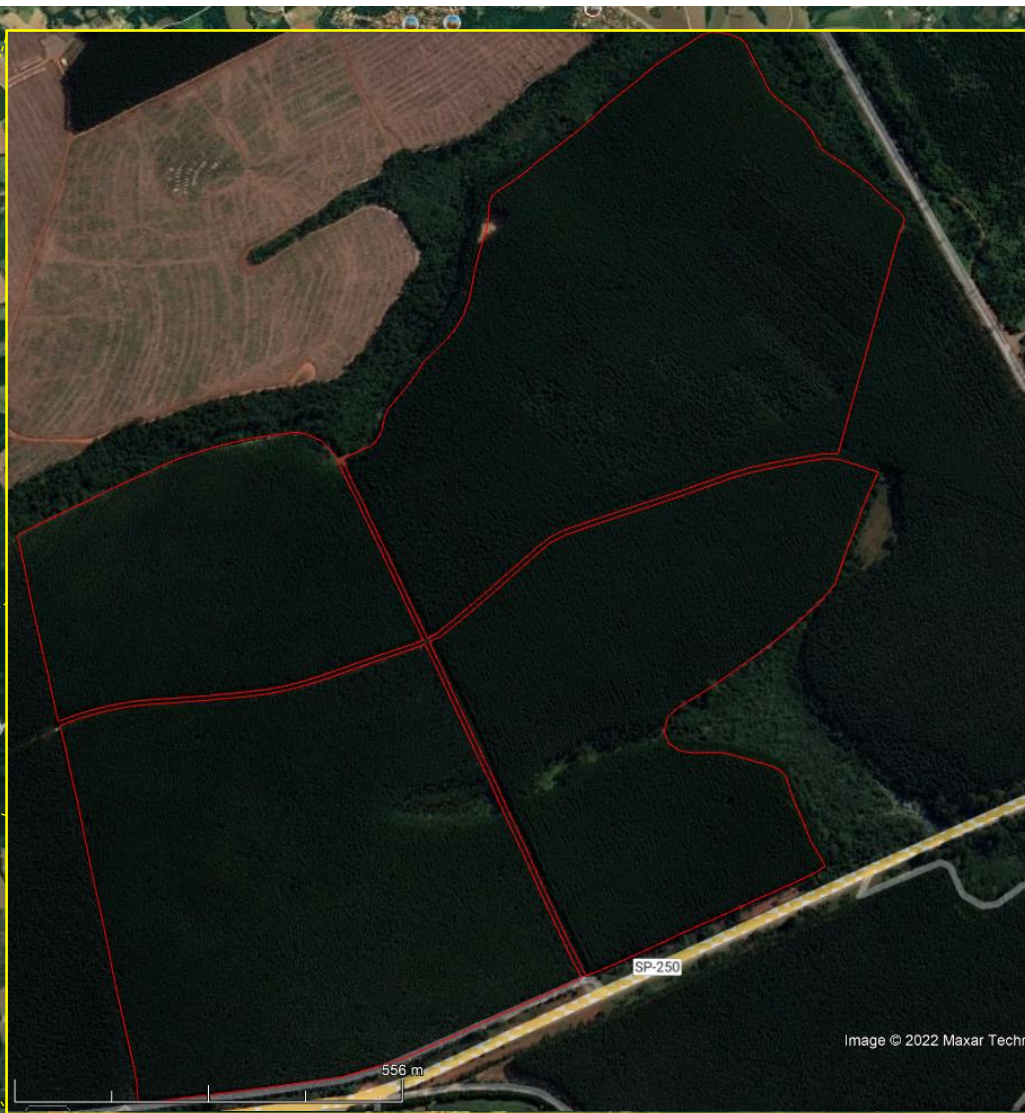
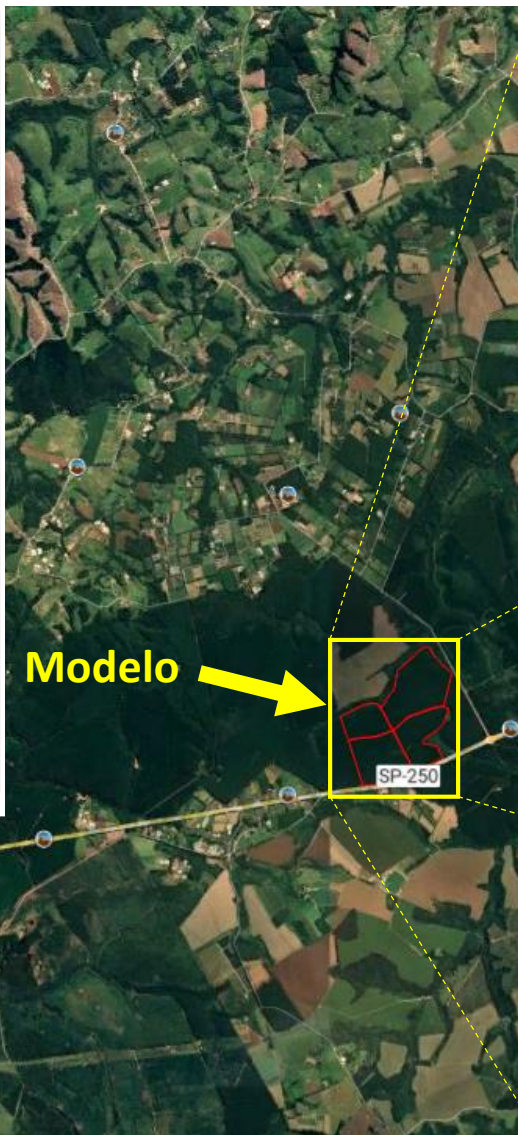
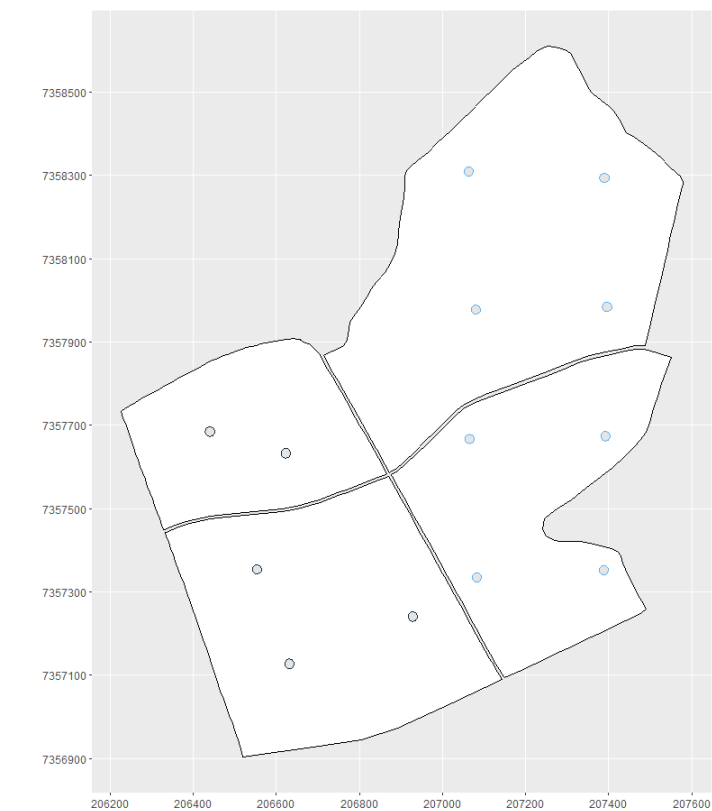
SUBTALHAO	IDINV	AREA
301a	3.7	18.933
301d	3.7	34.468
302a	5.2	47.602
302c	5.2	28.781

Área total : 129.784



# LiDAR pra quê?

## Alocação das parcelas

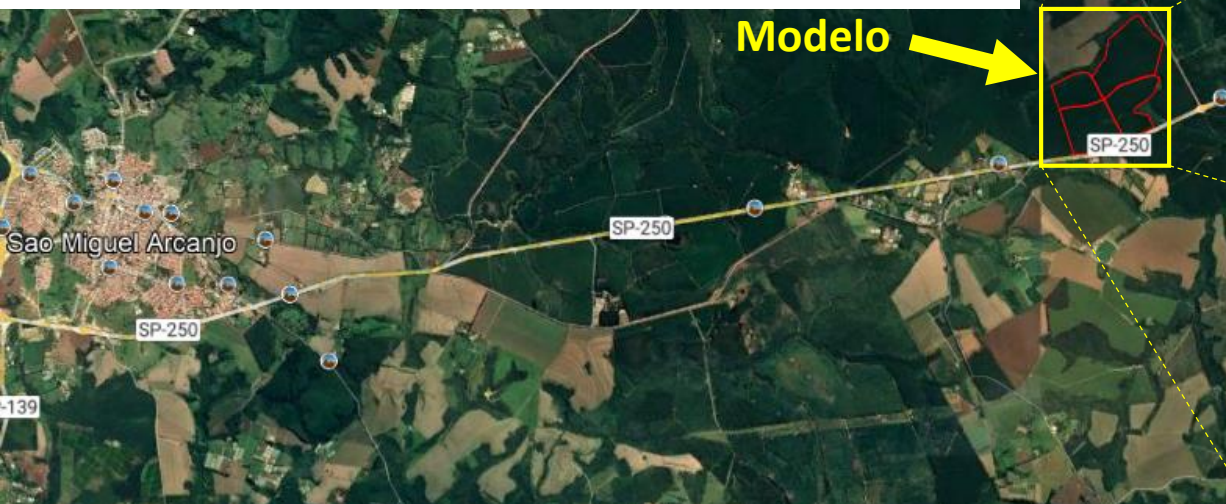


# LiDAR pra quê?

## Medição convencional das parcelas

Parcelas da Fazenda Modelo

SUBTALHAO	CHAVE2	DATA REALIZ	IDINV	AREA PARCEL	MHDOM	VTCC	AB
301a	P301410083	4/18/2013	3.7	399.73	23.85	197.54	21.71
301a	P301410133	4/18/2013	3.7	399.73	26.60	25.88	24.57
301d	P301410062	4/18/2013	3.7	399.73	19.63	100.12	14.89
301d	P301410073	4/18/2013	3.7	399.73	22.95	159.06	19.55
301d	P301410123	4/18/2013	3.7	399.73	23.50	20.44	23.21
302a	P302410065	4/18/2013	5.2	380.13	27.28	257.41	24.81
302a	P302410075	4/18/2013	5.2	380.13	25.55	254.09	26.06
302a	P302410095	4/18/2013	5.2	380.13	28.35	275.73	25.54
302a	P302410105	4/18/2013	5.2	380.13	26.73	276.88	26.62
302c	P302410035	4/18/2013	5.2	380.13	25.28	242.98	24.40
302c	P302410045	4/18/2013	5.2	380.13	25.33	211.90	22.25
302c	P302410015	4/18/2013	5.2	380.13	26.73	248.94	24.42
302c	P302410025	4/18/2013	5.2	380.13	27.23	29.77	28.45




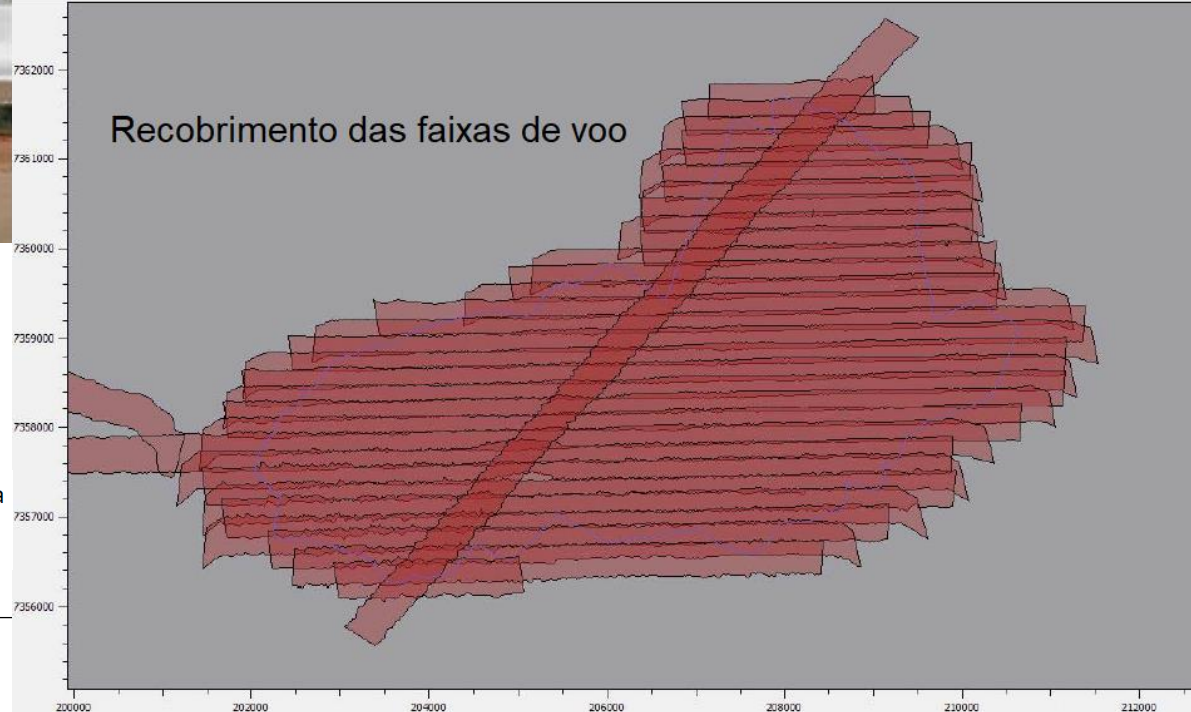
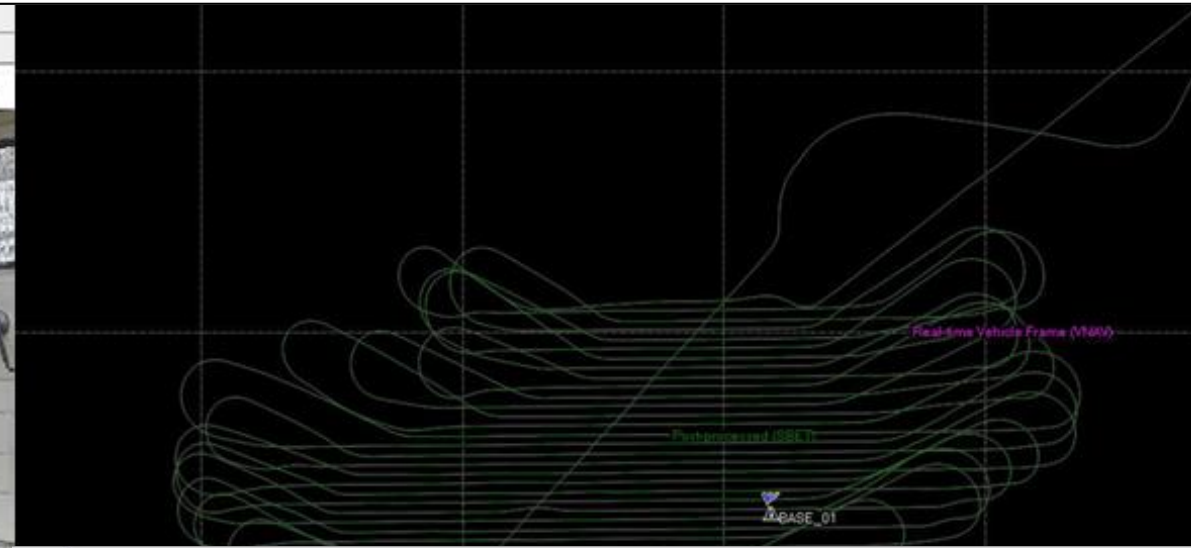
## Como um levantamento drone se compara c/ aeronave tripulada?

# LiDAR pra quê?

Report

Scan Pattern Parameter	
Logging Mode:	Log Mode 7
Recorded Data:	1 first + 1 last
Pulse Rate:	400.00 kHz
Viewing Angle:	45 deg
Pulses per Scanline:	1149.09
Angle Step:	39.16 mdeg
Flight Parameter	
Speed:	55.00 m/s 198.00 km/h 107.03 kts
Height:	438.32 m 1438.04 ft
Scan Pattern Statistics	
Scanline Rate:	174.05 Hz
Point Spacing (ALT):	0.32 m
Point Spacing (ACT):	0.32 m
Point Spacing Variation:	0.00 %
Point Density:	10.01 points/sqm
Spot Footprint:	0.22 m
Swath Width:	363.11 m
Productivity:	71.90 sqkm/h

Sensor LiDAR Harrier 68i da Trimble

Para efeitos de simplificação na nomenclatura das fazendas iremos adotar Fazenda A e Fazenda B, a Fazenda A com aproximadamente 2.141,31 ha a Fazenda B com aproximadamente 2.599,02ha, totalizando uma área de 4.740,33ha.

Ao todo obtivemos um total de 665.283.648 pontos e a área recoberta foi de 24.000.000,00 m<sup>2</sup>. Dividindo a quantidade de pontos pela área tem-se em media 27,7 pts/m<sup>2</sup>, atingindo a densidade mínima de 10pontos/m<sup>2</sup>.

# LiDAR pra quê?

Miniaturização da tecnologia



# LiDAR pra quê?

LiDAR SLAM portáteis







# LiDAR pra quê?

Coffee break

(10:00 – 10:15)

Demonstração de Campo - LiDAR sobre e sub copas

(10:15 – 11:00)

*DJI Matrice 300 RTK + Hovermap da Emesent*

