



Uso do LiDAR no Manejo Florestal

Elaboração:

Daniel de Almeida Papa

Engenheiro florestal, mestrando em Recursos Florestais na Esalq/USP, analista da Embrapa Acre

Evandro Orfanó Figueiredo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Manejo Florestal, pesquisador da Embrapa Acre

Marcus Vinício Neves d'Oliveira

Engenheiro florestal, Ph.D. em Manejo Florestal, pesquisador da Embrapa Acre

Luiz Carlos Estraviz Rodriguez

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Biometria e Gestão Florestal, professor da Esalq/USP

Alexandre Pansini Camargo

Engenheiro florestal, mestre em Recursos Florestais na Esalq/USP

Gabriel Atticciati Prata

Engenheiro florestal, doutorando em Recursos Florestais na Esalq/USP

Luísa Gurjão de Carvalho Amaral

Engenheira florestal, mestre em Recursos Florestais na Esalq/USP

Danitiele Cristina França Laranja

Engenheira florestal, mestre em Recursos Florestais na Esalq/USP

Thaís Hudari Abib

Bióloga, mestranda em Recursos Florestais na Esalq/USP

Caio Hamamura

Biólogo, doutorando em Recursos Florestais na Esalq/USP

Gustavo José Ferreira de Almeida

Engenheiro florestal, mestre em Recursos Florestais na Esalq/USP

Cristiano Rodrigues Reis

Biólogo e engenheiro florestal, mestrando em Ciência Florestal na UFVJM

Revisão de texto:

Claudia Carvalho Sena / Suely Moreira de Melo

Diagramação e arte-final:

Larissa Evelin / Daniel Papa

Imagem da capa:

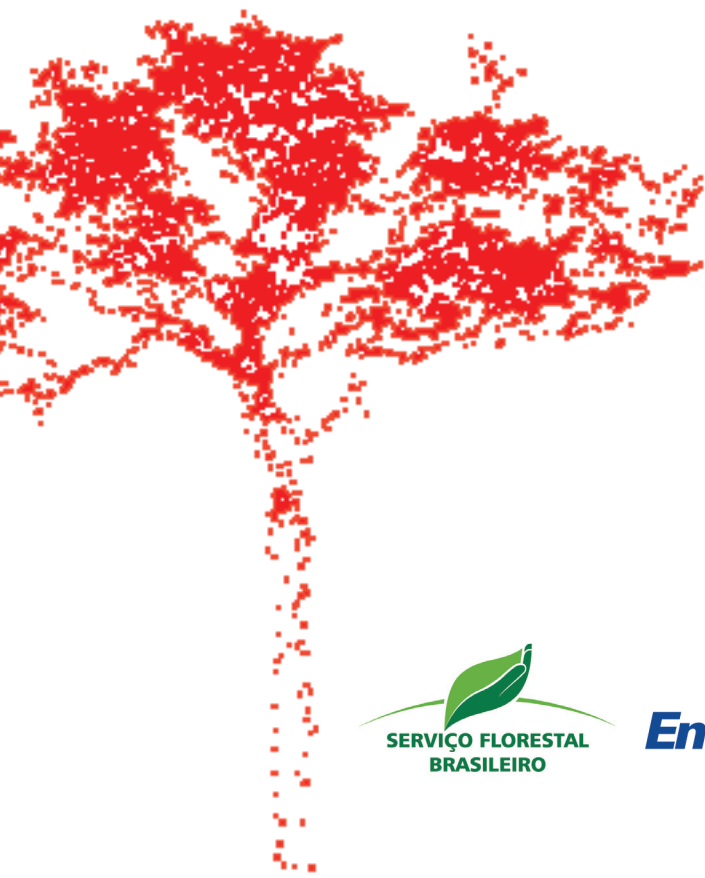
Marcos Haluen / Daniel Papa

1ª edição:

1ª impressão (outubro/2017): 500 exemplares

<http://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>



A segunda geração da tecnologia Modelo Digital de Exploração Florestal (Modeflora) utiliza-se de um sistema de sensoriamento remoto ativo de escaneamento a laser conhecido como LiDAR (*Light Detection and Ranging*). Esse equipamento emite radiação eletromagnética a um dado comprimento de onda, sob uma taxa de frequência de repetição para detecção de objetos. Ao ser atingido pelo laser, o alvo reflete a radiação e o equipamento LiDAR detecta o retorno do sinal refletido. Por meio das propriedades da luz refletida no objeto é possível fazer o cálculo da distância, entre o emissor e o objeto que refletiu o pulso, e dessa forma obter o posicionamento geográfico do alvo. Esse cálculo pode ser feito com base na diferença de tempo, a partir da velocidade da luz, entre a emissão de um pulso laser e a detecção do sinal refletido ou pela mudança da fase da onda (*phase shift*) quando o pulso retorna ao emissor.

Os principais métodos de uso do LiDAR na área florestal são o TLS (*Terrestrial Laser Scanning*) utilizado no solo e o ALS (*Aerial Laser Scanning*) embarcado em uma aeronave. O perfilhamento a laser aerotransportado tem como principais características a cobertura de grandes áreas, acurácia em levantamento planialtimétrico, alta densidade amostral, capacidade de penetrar na vegetação, sensibilidade a pequenas variações na superfície e grande quantidade de informações em intervalos curtos de tempo.

O funcionamento do ALS depende do sistema de navegação global por satélite integrado à unidade de movimento inercial (GNSS/IMU), sistema de navegação inercial (INS) e unidade de emissão e recebimento do pulso laser. Para uso do LiDAR aerotransportado são necessários (Figura 1):

1 **Receptor GNSS/IMU** – instalado na aeronave, realiza o posicionamento geográfico dos retornos laser e a partir dele as coordenadas x, y e z da região sobrevoada são geradas.

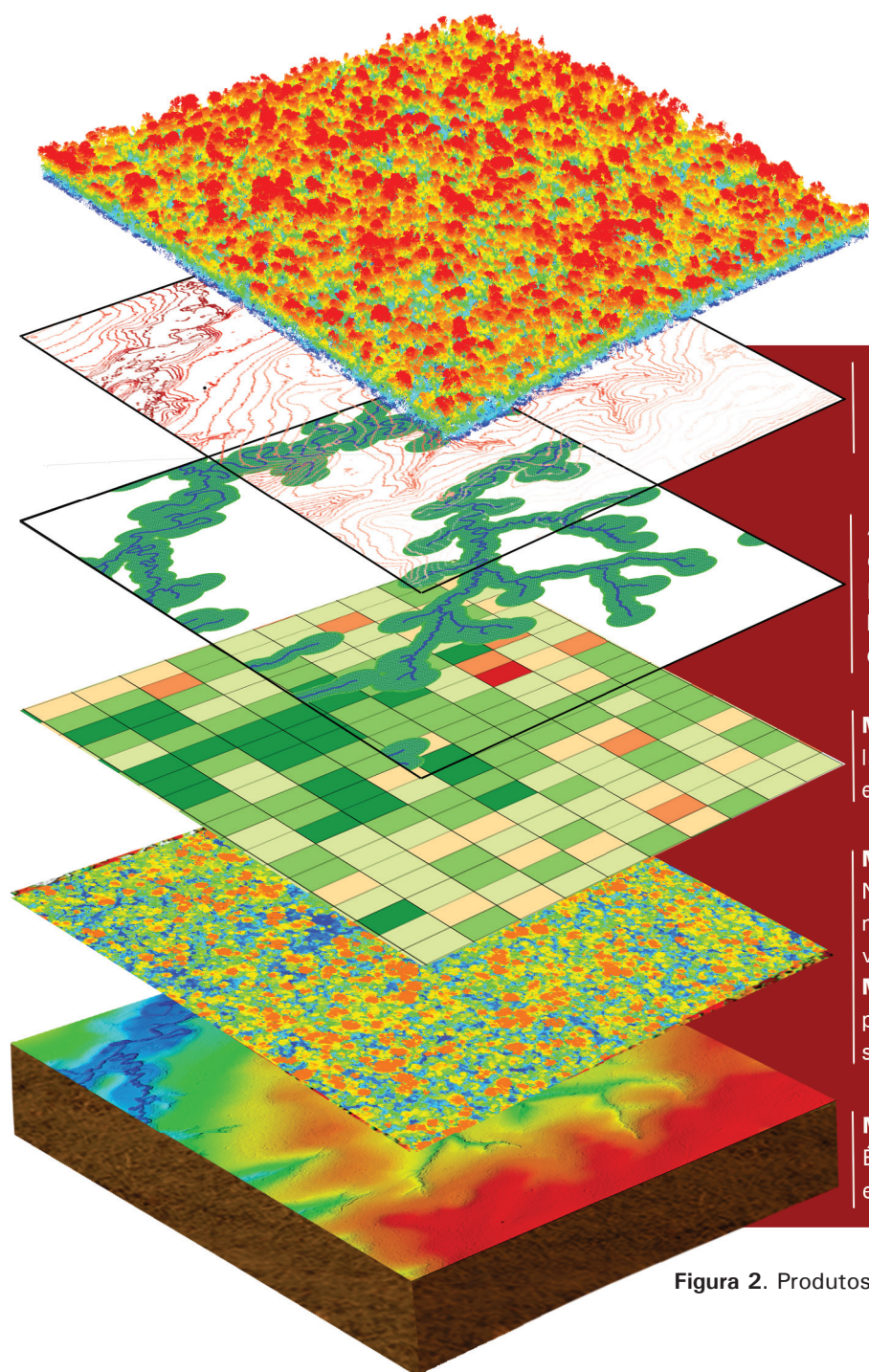
2 **Sistema de navegação inercial (INS)** – mede a posição da antena LiDAR na emissão do pulso e faz a correção do posicionamento dos retornos, em decorrência da movimentação da aeronave.

3 **Equipamento de emissão e recebimento do pulso laser** – instalado na aeronave, emite o laser por uma abertura feita no piso do avião. Cada vez que o feixe incide em um objeto provoca um retorno. O pulso laser emitido pode originar mais de um retorno. A ocorrência dos retornos é influenciada pela velocidade e altura de voo, ângulo e frequência de varredura, diâmetro e divergência do feixe, além do tipo de objeto sobrevoado.

4 **Receptor GNSS** – instalado no solo, serve como estação para georreferenciamento e pós-processamento da nuvem de pontos.



Figura 1. Funcionamento e equipamentos usados no escaneamento a laser aerotransportado – ALS (*Aerial Laser Scanning*).



O escaneamento a laser aerotransportado gera grande quantidade de informações com precisão centimétrica, que permite realizar o planejamento da exploração por unidades de gestão diferenciada. Entre os principais produtos oriundos do LiDAR aerotransportado para o manejo florestal de precisão estão o mapeamento do terreno, rede hidrográfica, topografia, estrutura vertical e horizontal da vegetação, delimitação de área de preservação permanente, cálculo de biomassa, área de impacto, monitoramento da exploração, contagem de árvores e volume individual de árvores emergentes (Figura 2).

Topografia do terreno – consiste nas curvas de nível e declividade da área de manejo. O mapeamento topográfico de alta precisão é importante para o planejamento e construção de estradas florestais, delimitação de áreas de acesso restrito e APPs por declividade.

Área de preservação permanente (APP) – faixa que delimita as margens de rios, nascentes, topo de morro e encostas com declividades superiores a 45°. As APPs são geradas a partir do microzoneamento da hidrografia e da topografia do terreno com precisão centimétrica.

Microzoneamento da hidrografia – consiste na determinação e ordenamento dos cursos de água perenes e intermitentes, nascentes e corpos d'água presentes na área de manejo.

Modelo de biomassa da vegetação – gerado por meio das estatísticas de densidade e elevação dos pulsos laser juntamente com dados de inventário amostral da vegetação escaneada. Esse método é importante para estimativas de volume, área basal e biomassa da floresta em grandes porções de área.

Modelo digital de superfície (MDS) – composto pelos retornos da parte superior dos objetos sobrevoados. Na floresta, o MDS representa o contorno do dossel da vegetação. A partir da modelagem do dossel normalizado é possível determinar a altura das árvores e fazer comparações multitemporais da cobertura vegetal da floresta.

Modelo de densidade relativa (MDR) – representa a densidade relativa da vegetação em uma camada pré-definida do estrato florestal. Quando a densidade relativa da vegetação é próxima de zero, pode significar uma área alterada por operações florestais ou causas naturais.

Modelo digital do terreno (MDT) – consiste em uma representação do relevo desnudo, sem vegetação. É obtido a partir dos pulsos laser que tocaram o solo, processados via métodos de filtragem, com algoritmos e ferramentas de softwares específicos.

Figura 2. Produtos gerados a partir da tecnologia LiDAR para uso no planejamento florestal.