

Determinação da altura e estimativa do número de árvores em um povoamento florestal usando LIDAR

Marília Salgado Martins
Luis Marcelo Tavares de Carvalho
Carolina Souza Jarochinski e Silva
Suzana Rodrigues Vieira
Ana Paula Sartório de Azevedo

Universidade Federal de Lavras – UFLA
Caixa Postal 37 – 372000-000 – Lavras – MG, Brasil
mariliasmartins@gmail.com
passarinho@ufla.br
carolsjs@gmail.com
suzana_floresta@yahoo.com.br
donaanafloresta@gmail.com

Abstract. This work deals with the determination of the trees height and the estimation of the number of trees in a *Eucalyptus* stand using LIDAR. From the LIDAR return pulses it is possible to derive a surface model and a canopy height model. The canopy height model is derived from the pulses that reach the trees crowns whereas the surface model is derived from the pulses that reach the ground. From these two models is it possible to estimate the tree stand height and from image processing techniques it is possible to estimate the number of trees.

Palavra-chave: LIDAR, digital surface model, tree height, tree counting, LIDAR, modelo digital de superfície, altura de árvores, contagem de árvores.

1. Introdução

Segundo Lim et al (2001), LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é uma tecnologia de sensoriamento remoto ativo que mede a diferenças entre o tempo desde quando um pulso de laser é emitido do sensor até quando o objeto alvo que esta no caminho do laser é interceptado.

A partir da intensidade do sinal de retorno é possível derivar informações a respeito da natureza da superfície do objeto. Assim, as informações obtidas pelo perfilhamento a *laser* são organizadas em matrizes que fornecem as coordenadas e a altitude do objeto atingido, bem como a intensidade de retorno do pulso *laser* emitido. Tais dados são organizados em matrizes e podem ser interpretados através de técnicas de processamento e análise de imagens (Miquelles et al., 2003).

A tecnologia LIDAR aplica-se aos mais variados campos, incluindo geração de modelos 3D urbanos, planejamento de linhas de transmissão, posicionamento de antenas receptoras e transmissoras. Além disso, aplicações no ramo da Engenharia Florestal incluem modelos de elevação, estimativas médias de volume e altura de árvores, classificação de espécies florestais, medição do crescimento de florestas e identificação individual de árvores e delimitação de copas.

O Sensor Remoto LIDAR é capaz de fornecer conjuntamente informações horizontais e verticais precisas em alta resolução espacial. Especificadamente, vários atributos florestais podem ser diretamente extraídos de informações LIDAR, como altura do dossel, topografia do sub-dossel e distribuição vertical do dossel (Dubayah e Drake, 2000).

A partir de informações de LIDAR a altura é diretamente analisada, gerando o CHM ou *canopy height model*. O problema da identificação individual de árvores a partir de imagens

aéreas ou modelo de altura da copa é com relação a povoamentos heterogêneos onde as copas são de diferentes tamanhos. Quando uma copa de tamanho específica é processada, a imagem deveria ser colocada em uma escala apropriada para a interpretação das copas daquele tamanho. A obtenção do modelo das copas é necessária na identificação de árvores individuais.

O CHM proporciona uma alternativa para a análise de cobertura vegetal, sendo que é possível produzir inventários com grande riqueza de informações. Portanto, o estudo de uma grande floresta se torna viável em relação ao tempo e dinheiro investidos (Castro e Centeno, 2005). A alta resolução dos dados do CHM oferece a possibilidade de detectar as medidas de árvores individuais (Persson et al., 2002).

2. Objetivos

Os objetivos deste trabalho englobam:

- i) Avaliar a capacidade do perfilhamento a laser de estimar o número de indivíduos de um povoamento florestal de *Eucalyptus sp.*
- ii) Determinar a altura das árvores.

3. Material e Método

Primeiramente, serão gerados o Modelo Digital da superfície (MDS) e o modelo digital de terreno (MDT). Estes modelos são obtidos a partir dos pontos obtidos com o perfilhamento a laser.

A altura é obtida pela diferença entre o Modelo Digital da superfície (MDS) e o modelo digital de terreno (MDT). Cada ponto obtido possui uma coordenada em x, y e z; x e y representam a localização do objeto e z representa a altura da árvore. A altura é calculada pela diferença entre o máximo e o mínimo valor de z.

O modelo de altura da copa representa aqueles pixels onde o pulso interceptou somente a copa da árvore. Já o modelo digital do terreno representa os pixels que atingiram o chão e a diferença entre eles nos fornece a altura das árvores. Desta forma, a altura máxima representa as copas das árvores (MDC) e a altura mínima representa o terreno quando não há cobertura de árvores sobre o solo (MDT) (Hyypä et al., 2001; Persson et al., 2002). A diferença entre estes modelos nos fornece o MDAA (modelo digital de altura de árvores).

Obtida a altura das árvores, o próximo passo é a suavização do MDAA. Segundo Hyypä et al., 2001; Persson et al., 2002 a suavização do MDAA tem como função aumentar a probabilidade de cada árvore apresentar somente uma altura máxima. O valor de escala ótimo para a suavização corresponde à situação onde todos os ramos das árvores sejam fundidos criando uma região com apenas um máximo, ou seja, cada árvore deverá apresentar apenas uma altura máxima. As copas das árvores adjacentes não devem ser fundidas.

Feita a suavização, é determinado o ponto semente. Neste processo, inicialmente um pixel pertencente à região a ser segmentada é fornecido (pixel semente) e a partir deste se inicia todo o processo de agregação (crescimento) anexando a ele os *pixels* vizinhos com características similares (Gonzales e Woods, 2000).

Os pontos sementes determinam às árvores, ou seja, cada ponto semente identificado representa uma árvore. O número de árvores do povoamento é estimada pela contagem dos pontos sementes.

4. Resultados esperados

O resultado dependerá da escolha do grau de suavização das imagens. Quando as árvores se encontram muito próximas umas das outras, se a suavização for muito grande a quantidade de

árvores fundidas aumenta consideravelmente. Neste caso, a identificação de árvores individuais é dificultada e os resultados não serão precisos, pois ocorre agrupamento de copas subestimando o número de árvores. Por outro lado se a suavização for pequena, uma só copa pode ser dividida superestimando a população (Castro e Centeno, 2005).

A obtenção do número de árvores a partir do CHM depende das características da floresta. Segundo Castro e Centeno (2005) florestas com apenas uma espécie de árvore tornam mais simples o processo, pois as imagens geradas apresentam uma variação de altura e diâmetro das copas das árvores mais uniforme.

5. Referências Bibliográficas

Baltsavias, E. P. 1999. Airbone Laser Scanning: basic relations and formulas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 54: 199-214

Castro, F. C., e Centeno T. M. Segmentação de imagens geradas por perfilhamento a *laser* para delimitação de árvores individuais em uma área de reflorestamento de eucaliptos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais....** São José dos Campos: INPE 2005. Artigos, p. 737-744.

Dubayah, R. O., and J. B. Drake. 2000. Lidar remote sensing for forest. **Journal of Forestry** 98, 6: 44-46.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2003. p. 509.

Hyypä, J.; Hyypä, H.; Inkinen, M.; Engdahl, M.; Linko, S.; Zhu, Y. Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. **Forest Ecology and Management**, v. 128, p. 109-120, 2000.

Hyypä, J.; Kelle, O.; Lehikoinen, M.; Inkinen, M. A segmentation-based method to retrieve stem volume estimates from 3-D tree height models produced by laser scanners. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 39, n. 5, p. 969-975, 2001.

Lim, K., P. Treitz, A. Groot, and B. St-Onge. 2001. Estimation of individual tree heights using LIDAR remote sensing. **Proceedings of the Twenty-Third Annual Canadian Symposium on Remote Sensing**, Quebec, QC, August 20-24, 2001.

Persson, A.; Holmgren, J.; Söderman U. Detecting and measuring individual trees using an airborne laser scanner. **Photogrametric Engineering & Remote Sensing**, v. 68, n. 9, p. 925-932, 2002.