



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.8-528-1>

## Aplicação de redes neurais artificiais para estimativa de produção florestal utilizando imagens Landsat 7

Pablo F. Lopes<sup>1</sup>, Thaissa R. Teixeira<sup>1</sup>, Ricardo R. Oliveira Neto<sup>1</sup>, Herberth M. Maia<sup>1</sup>, Camila B. Costa<sup>1</sup>, Gustavo F. S. Fernandes<sup>1</sup>, Leonardo P. Fardin<sup>1</sup>, Daniel H.B Binoti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa (pfalcol@dapflorestal.com.br; thaissa.teixeira@ufv.br; manejo@dapflorestal.com.br; dapgeo@dapflorestal.com.br; mila\_ufv@yahoo.com.br; gustavo.fernandes@ufv.br; leonardo.fardin@ufv.br; daniel.binoti@dapflorestal.com.br)

**Resumo:** *As metodologias tradicionalmente utilizadas para quantificar o estoque de madeira demandam recursos humanos e financeiros. As redes neurais artificiais e o sensoriamento remoto têm se mostrado alternativas potenciais para a quantificação de biomassa florestal. Diante disso, o trabalho propõe uma metodologia que utilize dados de imagens gratuitas do satélite Landsat 7 juntamente com técnicas de inteligência artificial para estimação do volume de madeira em uma floresta de eucalipto na região de Açucena, MG. Para tal, foram selecionadas as imagens das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 da área de estudo. Treinou-se uma rede neural artificial (RNA) utilizando como variável contínua o volume ( $m^3/ha$ ). Como resultado obteve-se que 76,67 % dos valores estimados em nível de parcela se encontram entre  $\pm 2\%$  de erro, indicando um resultado promissor para estimar a produção florestal a partir de dados de imagens de baixa resolução espacial.*

**Palavras Chave:** Imagens digitais; Inteligência artificial; Inventário florestal.

### 1. Introdução

A utilização de redes neurais artificiais em substituição aos modelos de regressão tem reduzido o número de amostras necessárias para estimação de variáveis dendrométricas. Além disso, o uso de imagens de satélite para estimar os parâmetros dendrométricos da floresta tem sido estudado em vários países há algum tempo, podendo ser citados Kayitakire (2006), Huiyan et al. (2006) e Ribeiro (2007).

As variáveis de interesse não têm relação direta com o sinal de detecção dos satélites, mas podem estar correlacionados através de relações indiretas com o índice de área foliar, biomassa ou cobertura de copas (BOYD; DANSON, 2005).

O objetivo do trabalho foi avaliar a possibilidade de estimar o volume de madeira em uma floresta de eucalipto utilizando redes neurais artificiais e tendo como variáveis contínuas os níveis de cinza e índices de vegetação.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Caracterização da Área de trabalho

O estudo foi realizado em uma empresa florestal no município de Açucena, Estado de Minas. Os dados foram provenientes talhões de uma fazenda localizada entre as coordenadas 42° 33' 30"W; 18° 59' 30"S e 42° 33' 00"W; 19° 00' 30"S (Figura 1). Foram utilizados dados de plantios comerciais de eucalipto de aproximadamente 7 anos de idade, sendo todos os plantios de um mesmo clone.

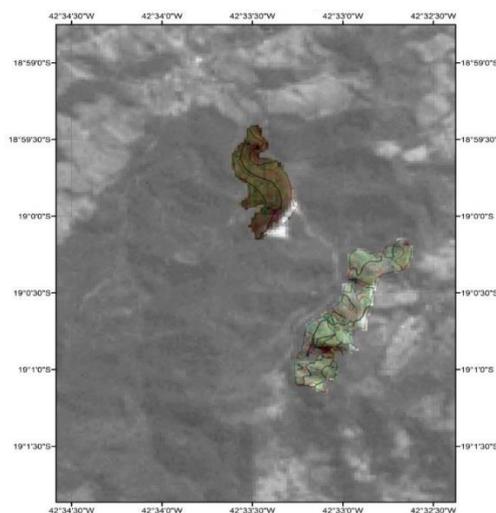


FIGURA 1 - Área de estudo no município de Açucena-MG.

### 2.2 Inventário Florestal do volume comercial de madeira

Os dados de inventário utilizados foram provenientes de 60 parcelas temporárias, com área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, lançadas aleatoriamente em 101,90 ha de plantio de eucalipto. Foram obtidos em campo os dados de diâmetro a altura do peito e altura total. Os valores de volume total de madeira com casca foram estimados por equações volumétricas. As coordenadas da primeira árvore de cada parcela (árvore vértice) foram coletas com GPS.

## 2.2 Obtenção do volume comercial de madeira a partir das imagens Landsat 7

Para o processamento das imagens, foram utilizados o software ERDAS Imagine 2011, o Excel do pacote Microsoft Office 2013 e o programa de inteligência artificial Neuroforest 3.0.

As imagens Landsat 7 foram obtidas gratuitamente no site do U.S. Geological Survey, e são datadas de 06 de maio de 2013. As cenas de interesse do estudo foram selecionadas e as imagens foram recortadas no formato dos talhões que contém as parcelas inventariadas. Tanto as imagens digitais quanto as feições representativas dos talhões e parcelas foram reprojeto para o sistema de projeção WGS 84, zona 23S.

Para alimentar a rede neural, foram gerados os seguintes índices de vegetação de forma não supervisionada: Índice da razão simples (RATIO), Índice de vegetação reverso (RVI); Índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e Índice de vegetação transformado e corrigido (CTVI). Além dos valores de índice de vegetação, foram utilizados também os valores do nível de cinza da imagem (Tabela 1).

TABELA 1 - Variáveis contínuas de entrada para a rede neural

Variável	Descrição
b1	Nível de cinza na banda espectral 1 (azul - 0,45-0,52 $\mu\text{m}$ )
b2	Nível de cinza na banda espectral 2 (verde - 0,52 a 0,60 $\mu\text{m}$ )
b3	Nível de cinza na banda espectral 3 (vermelho 0,63 a 0,69 $\mu\text{m}$ )
b4	Nível de cinza na banda espectral 4 (Infravermelho próximo - 0,76 a 0,90 $\mu\text{m}$ )
b5	Nível de cinza na banda espectral 5 (Infravermelho médio - 1,55 a 1,75 $\mu\text{m}$ )
b7	Nível de cinza na banda espectral 7 (Infravermelho médio - 2,08 a 2,35 $\mu\text{m}$ )
NDVI	Índice de vegetação da diferença normalizada
RATIO	Índice de vegetação da razão simples
RVI	Índice de vegetação reverso
CTVI	Índice de vegetação transformado e corrigido

Foram treinadas 100 redes de forma supervisionada, sendo as variáveis de interesse os dados de volume em nível de parcela. O tipo de rede utilizado foi o *Multilayer Perception* (MLP) e o tipo de treinamento foi o *Resilient Propagation*. As funções de ativação tanto da camada oculta como da de saída, foram do tipo sigmoial. Utilizou-se uma rede com arquitetura de 11 neurônios de entrada, 20 neurônios na camada oculta e 1 neurônio de saída.

### 3. Resultados e Discussão

A Figura 2 (a e b) representa os gráficos de resíduos (%) e o histograma de resíduo por classe, respectivamente. O histograma de resíduo indica que 76,67% dos valores estimados se encontram entre -2 e 2%, indicando um resultado promissor para estimar a produção florestal a partir de dados de imagens de baixa resolução espacial.

Na Tabela 2, o comparativo de volume estimado versus observado a nível de talhão apresentou valores próximos, sendo o desvio médio de apenas -0,16%. Este estudo demonstra a viabilidade em executar o inventário florestal em áreas remotas de difícil acesso através de imagens de satélite, reduzindo o custo de execução mantendo a precisão dos resultados.

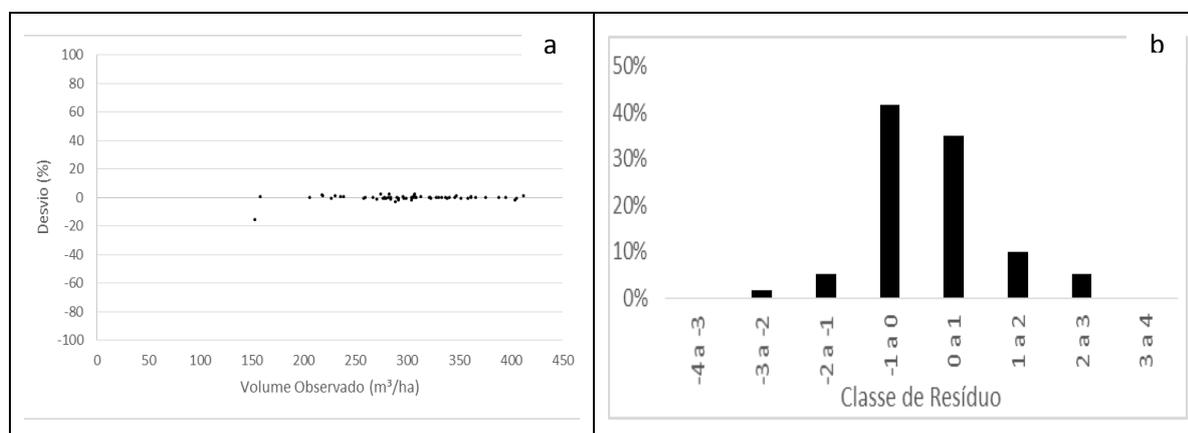


FIGURA 2 - Gráfico de resíduo do volume estimado em relação ao observado (a) e histograma de resíduos (b).

TABELA 2 - Tabela volumétrica em nível de talhão

Talhão	Volume (m³/ha)	Volume Estimado (m³/ha)	Resíduo
A	288,06	289,08	-0,66
B	309,81	309,47	0,13
<b>Total Geral</b>	<b>301,84</b>	<b>301,99</b>	<b>-0,16</b>

### 4. Conclusões

A metodologia proposta foi capaz de estimar a produção florestal atual de forma satisfatória em nível de talhão.

Como continuidade deste trabalho, propõe-se repetir a aplicação dessa metodologia em áreas maiores, visando testar a quantidade de parcelas que pode ser reduzida de forma a garantir o mesmo resultado em nível de talhão.

## 5. Referências

KAYITAKIRE, F. **Forest stand characterisation using very high resolution satellite remote sensing**. 142f. Thesis (Doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique) - Université catholique de Louvain, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2078.1/4595>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

HUIYAN, G. et al. Estimation of forest volumes by integrating Landsat TM imagery and forest inventory data. **Science in China: Series E Technological Sciences**, v.49, sup. I, p.54-62, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1007/s11431-006-8107-z>>.

BOYD, D.S.; DANSON, F.M. Satellite remote sensing of forest resources: three decades of research development. **Progress in Physical Geography**, v.29, n.1, p.1-26, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1191/0309133305pp432ra>>.

RIBEIRO, J. R. D. P. **A detecção remota no inventário florestal: análise das potencialidades da utilização das imagens de satélite**. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica) - Universidade de Nova Lisboa, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10362/2428>>. Acesso em: 24 jun. 2014.