

# **Avaliação de algumas técnicas de processamento digital de imagens para estimativa da altura do dossel em vegetação de cerrado, utilizando-se imagens Quickbird e dados de campo.**

Priscila Brochado Gomes<sup>1</sup>  
Marcos César Ferreira<sup>1</sup>  
Tiago Pires<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
R. João Pandiá Calógeras, 51 - CEP 13083-870  
{priscilab, macferre}@ige.unicamp.br  
tiago3001@hotmail.com

**Abstract.** Predicting canopy structural parameters for tropical forests from remotely sensed data has numerous important applications, such as estimating above-ground biomass, biodiversity regional studies and forest type mapping. New high resolution satellite images provide an opportunity to acquire these measurements, but the accuracy and reliability of methods are unknown. We tested methods of image processing to estimate tree crown height from panchromatic 0.6 m spatial resolution Quickbird satellite images in a forest in the western São Paulo state. We concluded that fractal dimension and laplacian 3x3 filter are good techniques for estimating tree crown height average, while fractal dimension, sobel and high-pass filter are good for estimating tree crown height range.

**Palavras-chaves:** remote sensing, canopy height, image processing, Quickbird, sensoriamento remoto, processamento de imagem, altura do dossel.

## **1. Introdução**

O surgimento de imagens Ikonos em 1999 e Quickbird em 2001 abriu novas possibilidades para o estudo das florestas em escala local. Isto porque, estas imagens contemplam o potencial de resolução espacial compatível às fotografias aéreas (1 a 0,6 m de resolução), com as vantagens do menor custo por área de abrangência e o maior detalhamento radiométrico e espectral que caracterizam estas imagens de satélite (Carleer & Wolff 2004).

O uso de imagens de alta resolução pode facilitar o acesso a medidas como altura, profundidade e largura das copas das árvores de uma floresta, atividade que hoje requer um trabalho exaustivo de campo (Asner et al. 2002). Embora estes dados sejam de grande importância para estimativa de biomassa bem como para estudos regionais de biodiversidade e mapeamento de tipos florestais (Paget et al. 2005), ainda não existe uma metodologia largamente usada para obtenção destas medidas através de dados de satélite.

Este trabalho pretende contribuir para este campo de pesquisa através do teste de metodologia para a estimativa da altura do dossel de uma área de cerrado utilizando para isto imagens do satélite Quickbird.

## **2. Material e Métodos**

Este trabalho está vinculado ao “Projeto Temático Biota – Diversidade, Dinâmica e Conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes”, FAPESP (99/09635-0), que desenvolve diversos estudos nos quatro principais tipos de formações florestais do Estado de São Paulo. O presente estudo foi realizado na Estação Ecológica de Assis (EEA), localizada no município de Assis (SP), entre as coordenadas 22°33’65” a 22°36’68”S e 50°23’00” a 50°22’29”W, e entre as altitudes 520 e 590 m, com área de 1.312,28 ha. A vegetação dessa unidade enquadra-se no conceito de cerrado “lato sensu”, sendo a forma cerrado a fisionomia predominante e a estudada neste trabalho.

Os dados de campo foram coletados pela equipe do projeto temático. Para isto, foram alocadas 256 sub-parcelas permanentes de 400 m<sup>2</sup> cada, inseridas em parcela maior de 320 x 320 m, em uma área da EEA. Em cada sub-parcela foram amostrados, georreferenciados e identificados quanto à espécie, todos os indivíduos com perímetro à altura do peito (PAP) maior ou igual a 15 cm. A altura dos indivíduos também foi registrada.

Interpolamos os dados de campo, relativos à altura dos indivíduos arbóreos georreferenciados em coordenadas UTM, no SIG Idrisi Kilimanjaro, através do método inverso do quadrado da distância, com resolução espacial de 0,6 m, gerando uma superfície de altura dos indivíduos arbóreos (**Figura 1**).

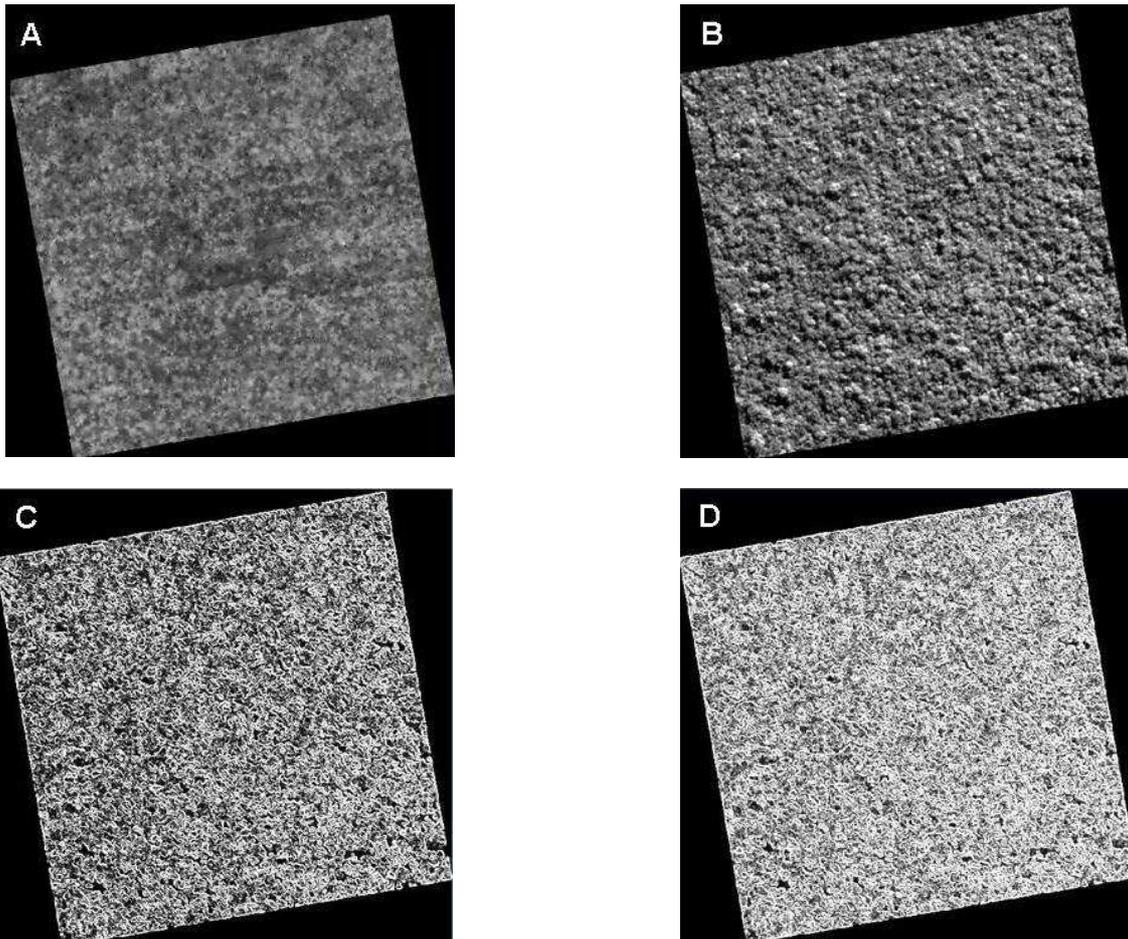
Após a geração desta superfície, georreferenciamos a imagem Quickbird pancromática (resolução de 0,6 m) de 06 de julho de 2006, no sistema de processamento de imagens ENVI, utilizando base cartográfica em arquivo digital na escala de 1:10.000. Após a checagem da qualidade do georreferenciamento, exportamos a imagem para o Idrisi e fizemos um recorte da mesma, utilizando como máscara um arquivo raster da parcela. Posteriormente, aplicamos as seguintes técnicas de tratamento de imagem a imagem Quickbird: Dimensão fractal, Filtro Sobel, Filtro laplaciano 3x3, Filtro laplaciano 5x5, Filtro laplaciano 7x7 e Filtro passa-alta. (**Figura 1**)

Em seguida, através do comando EXTRACT, foram obtidos os valores da média, desvio padrão e amplitude, utilizando-se como recorte amostral as quadrículas as 256 sub-parcelas, as quais foram sobrepostas às imagens processadas pelas técnicas acima mencionadas e à imagem pancromática original. Transformamos os valores de média, desvio padrão e amplitude em arquivos de valores (avl) e posteriormente, realizamos análise de correlação entre os dados de altura média de cada sub-parcela e os valores de cada uma das sete imagens processadas. Os coeficientes de correlação de Pearson (r) de cada análise foram então comparados entre si com o intuito de se conhecer quais das técnicas apresentariam maior associação com a superfície de altura dos indivíduos arbóreos.

### 3. Resultados e Discussão

A média e a amplitude da dimensão fractal apresentaram correlação positiva com a média e amplitude da altura das árvores ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$  respectivamente, **Tabela 1**). Isto pode ser explicado devido ao fato das sub-parcelas com os indivíduos mais altos, apresentarem textura mais irregular, portanto uma dimensão fractal maior. As médias dos níveis de cinza da imagem pancromática bruta e da imagem com o filtro laplaciano 3x3 apresentaram correlação negativa com a média de altura das árvores ( $P < 0,05$ , **Tabela 1**), o que pode ser explicado pela maior presença de sombra nas sub-parcelas onde ocorrem árvores mais altas. O filtro laplaciano 7x7 pode ser um bom indicador de variação na altura das árvores já que o desvio padrão dos níveis de cinza apresentou correlação negativa com o desvio padrão da altura das árvores ( $P < 0,05$ , **Tabela 1**). Os filtros sobel e passa-alta foram ótimos estimadores da amplitude das alturas das árvores, já que a amplitude de valores de nível de cinza destas imagens apresentou alta correlação positiva com a amplitude da altura das árvores ( $P < 0,001$ , **Tabela 1**). Todos os demais resultados não foram significativos.

Estes resultados serão úteis no aprofundamento dos estudos sobre o uso de imagens Quickbird para estimativa de parâmetros estruturais e biológicos de dossel. Cabe ainda lembrar que, a altura não é a única variável a ser estimada neste estudo a partir de padrões na imagem. Outras variáveis como densidade de indivíduos, largura da copa e distribuição espacial de espécies, também serão testadas em próximos estudos, utilizando-se inclusive, imagens multitemporais no formato Quickbird multispectral.



**Figura 1:** A- Superfície das alturas das árvores, B- Imagem Pancromática Quickbird, C- Imagem com Dimensão Fractal e D- Imagem com filtro Sobel.

**Tabela 1:** Valores de R entre parâmetros de posição da superfície de altura das árvores e parâmetros de dimensão fractal e níveis de cinza de imagens processadas por meio de filtragem espacial.

	Valores de R		
	média	desvio padrão	amplitude
1- Altura x fractal	<b>0,1332 *</b>	0,0194 ns	<b>0,2029**</b>
2- Altura x sobel	0,1078 ns	-0,0508 ns	<b>0,2091***</b>
3- Altura x laplaciano 3x3	<b>-0,1359 *</b>	-0,0802 ns	0,1130 ns
4- Altura x laplaciano 5x5	0,0110 ns	-0,01214 ns	0,1017 ns
5- Altura x laplaciano 7x7	0,0899 ns	<b>-0,1398 *</b>	0,0106 ns
6- Altura x passa-alta	0,1078 ns	-0,0508 ns	<b>0,2091***</b>
7- Altura x imagem pan	<b>-0,1414 *</b>	-0,0597 ns	-0,0188 ns

ns = não significante; resultados significativos: \* P < 0,05, \*\* P < 0,01 e \*\*\* P < 0,001

#### 4. Referências

- Carleer, A.; Wolff, E. Exploitation of very high resolution satellite data for tree species identification. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. v.70, n. 1, p. 135-140, 2004.
- Asner, G. P.; Palace, M.; Keller, M.; Pereira Jr., R.; Silva, J. N. M.; Zweede, J.C. Estimating canopy structure in an Amazon Forest from Laser Range Finder and Ikonos satellite observation. **Biotropica**. v. 34, n. 4, p. 483-492, 2002.
- Couteron, P.; Pelissier, R.; Nicolini, E. A. ; Paget, D. Predicting tropical forest stand structure parameters from Fourier transform of very high-resolution remotely sensed canopy images. **Journal of Applied Ecology**. v. 42, p. 1121-1128, 2005.