

## Combinação de dados altimétricos extraídos a partir da tecnologia LIDAR com imagens multiespectrais *RapidEye*

Rodrigo Pinheiro Ribas<sup>1</sup>  
Marcos Antônio Timbó Elmiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Instituto de Geociências  
Av. Antônio Carlos, 6627 – 31270-901 – Belo Horizonte – MG, Brasil  
ribasrod@yahoo.com.br; mtimbo@cart.igc.ufmg.br

**Abstract.** The combination of data from various remote sensors has been increasingly applicability, due to the increasing number of information from remote sensing techniques and the wide variety of resolutions available. The combination of LIDAR altimetry data with information of multispectral satellite image with high spatial resolution has great potential to overcome the limitations of each sensor characteristics, such which little spectral information contained in the data generated by airborne laserscanner and also the low sensitivity of the multispectral images of orbital satellites to capture data on the vertical structure of the targets. The aim of this study is to test the ability of combining altimetry data from LIDAR technology with multispectral images of high spatial resolution satellite *RapidEye*. The LIDAR point cloud has been processed and interpolated to create a digital image with altimetric information, named Digital Model Height (DMH). To the junction of the information contained in the MDA with the multispectral image *RapidEye* was used RGB color system, combining two satellite bands with the MDA and then analyzing the color composites derived. The combination of structural data provided by LIDAR technology with the spectral information provided by satellite *RapidEye* showed great potential for application in analysis of various kinds of environments.

**Palavras-chave:** remote sensing, digital image processing, airborne laserscanner, multispectral images, sensoriamento remoto, processamento digital de imagem, varredura laser aerotransportada, imagens multiespectrais.

### 1. Introdução

Com o desenvolvimento das técnicas de sensoriamento remoto da Terra uma vasta gama de informação vem sendo produzida em diferentes resoluções temporais, espectrais e espaciais, paralelamente vem ocorrendo também o desenvolvimento de técnicas capazes de combinar e extrair dados de uma área em comum, mesmo sendo provenientes de diferentes sensores. A aplicação de técnicas de processamento digital de imagens pode ser direcionada para a produção de uma imagem única através da combinação de dados de diferentes fontes, permitindo a captação de mais informação sobre uma determinada área de estudo.

Uma técnica de sensoriamento remoto ativo que tem sido cada vez mais aplicada em diversos setores e vem apresentando bons resultados é o sistema de *Laserscanner* Aerotransportado, conhecido em inglês pela sigla ALS (*Airborne Laser Scanner*), este sistema é baseado na tecnologia *Light Detection and Ranging* (LIDAR) Wehr e Lohr (1999). Os levantamentos que utilizam a tecnologia LIDAR são capazes de criar um grande conjunto de pontos na superfície com informação tridimensional e também com a informação de Intensidade, na maioria das vezes referente ao comprimento de onda do *laser* na faixa do Infravermelho próximo. Observa-se que esta tecnologia é capaz de fornecer informações sobre a estrutura vertical e horizontal na superfície, entretanto possui limitação para prover informações em duas dimensões no domínio espectral.

Os sensores remotos passivos, tais quais as imagens de satélite, fornecem informações da estrutura horizontal, porém são relativamente insensíveis para capturar parâmetros verticais, principalmente se comparado a tecnologia LIDAR. As imagens de satélites orbitais com alta resolução espacial tiveram, até pouco tempo atrás, sua distribuição limitada a aplicação militares, porém atualmente esta situação se reverteu e o uso de sensores orbitais com alta resolução espacial esta disponível comercialmente em diversas plataformas (Jacobsen, 2003).

*RapidEye* é uma constelação de cinco satélites idênticos lançados em agosto de 2008, controlados pela empresa alemã *RapidEye AG*. Cada satélite *RapidEye* registra cinco faixas espectrais com alta resolução espacial, sendo esta de cinco metros (*RapidEye AG*).

A integração de dados LIDAR com imagens multiespectrais de alta resolução espacial têm grande potencial de aplicação, suprimindo as limitações inerentes a cada sensor. O objetivo deste estudo é testar a capacidade de combinação de dados de altimetria provenientes da tecnologia LIDAR com imagens multiespectrais do satélite *RapidEye*.

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1. Base de dados da área de estudo

O estudo foi realizado numa porção do campus universitário da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, abrangendo uma grande área da Estação Ecológica da UFMG, no município de Belo Horizonte capital do estado de Minas Gerais, Brasil, tendo a sede da Estação Ecológica as coordenadas UTM SAD 69, fuso 23, 607612 E e 7802154 N.

Neste trabalho foram utilizados dados adquiridos por meio de um sistema de *laserscanner* aerotransportado LEICA ALS-50, com frequência de até 150 kHz, conforme parâmetros detalhados na Tabela 1. Os dados multiespectrais utilizados foram obtidos pelo satélite *RapidEye*, que possui a configuração apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Parâmetros do levantamento com a tecnologia LIDAR

Altura de vôo	1688,1 m
Frequência de perfilamento	43 Hz
Ângulo de varredura	20°
Densidade de pontos (média)	0,99 / m <sup>2</sup>

Tabela 2. Parâmetros do satélite RapidEye

Altitude da Órbita	630 Km
Resolução Espacial	5 m
Resolução Radiométrica	12 bits
Resolução Espectral	Banda 1 – Blue – 440 – 510 nm
	Banda 2 – Green – 520 – 590 nm
	Banda 3 – Red – 630 – 685 nm
	Banda 4 – Red-Edge – 690 – 730 nm
	Banda 5 – Near-IR – 760 – 850 nm

### 3.2. Metodologia de trabalho

#### 3.2.1. Preparação dos dados LIDAR

A nuvem de pontos gerada pelo sistema ALS disponibilizada para este estudo foram filtradas utilizando o *software TERRASCAN*, um aplicativo componente do *MICROSTATION*, ambiente *Computer-aided Design (CAD)*, capaz de ler pontos em arquivos de texto com extensão XYZ e arquivos binários. Segundo Loch et al. (2004) o processo de filtragem se desenvolve em duas etapas: (1) A ferramenta pesquisa os pontos com cotas mais baixas e constrói uma grade *Triangular Irregular Network (TIN)*. Na maioria das vezes os triângulos deste modelo inicial, têm os lados mais baixos que a superfície terrestre, com poucos vértices tocando o terreno e essas irregularidades são removidas pelo programa, na próxima fase (2) o programa inicia a modelagem da superfície do terreno, adicionando mais pontos ao modelo tornando-o cada vez mais próximo do formato real do terreno. Os pontos que são adicionados

no modelo são definidos por parâmetros de iteração, a saber: ângulos e distâncias. Esses parâmetros determinam quão próximos os pontos devem estar do plano de um triângulo para que possam ser aceitos no modelo construído.

A partir do processamento no *TERRASCAN* são produzidos o Modelo Digital de Superfície (MDS) e o Modelo Digital de Terreno (MDT) criados em formato vetorial de pontos e dispostos de maneira irregular. Observando que a combinação dos dados se desenvolve a partir de imagens digitais, foram criados modelos digitais, transformando o MDS e MDT de formato vetorial para raster, dispondo os pontos numa grade regular. O procedimento inicial para a geração dos modelos digitais é a interpolação dos valores de altura contidos no MDS e MDT com o propósito de se criar uma matriz bidimensional ou grade de formato regular, na qual cada célula da grade ou pixel formados por um par de coordenada (x,y) descrevem a altura do pulso *laser* neste ponto. O método de interpolação utilizado foi o “vizinho mais próximo”, este método foi escolhido pela sua característica de assegurar que o valor interpolado seja um dos valores originais, ou seja, não gera novos valores. A resolução do pixel na grade dos modelos foi de cinco metros, ficando assim com o mesmo tamanho de *pixel* da imagem *RapidEye*. A partir das grades regulares do MDS e MDT, outra etapa do processamento consiste na obtenção de uma grade com as alturas das feições, ou seja, a criação do Modelo Digital de Alturas (MDA), obtido a partir da subtração do MDS pelo MDT. Obtido o MDA, será esta a imagem combinada com a imagem *RapidEye*.

### 3.2.2. Combinação dos dados

Estando a imagem MDA com o mesmo tamanho de *pixel* da imagem *RapidEye*, um próximo passo para realizar a combinação dos dados de altimetria LIDAR com a imagem *RapidEye* foi o registro das imagens num mesmo referencial, para isto foram demarcados pontos de controle em campo com a ajuda de um GPS diferencial. Foi utilizado o sistema de coordenadas UTM, datum SAD 69, fuso 23.

Para a combinação das imagens espectrais do satélite *RapidEye* e a imagem MDA derivada dos dados altimétricos LIDAR foi utilizado o sistema de cores RGB. Utilizou-se também ferramentas de modelagem em três dimensões, para se criar modelos 3D das composições.

## 4. Resultados e discussão

A avaliação da combinação de imagens multiespectrais do satélite *RapidEye* (Figura 1) e imagens produzidas a partir da informação altimétrica gerada pela nuvem de pontos LIDAR (Figura 2) foi realizada a partir da interpretação visual de diferentes composições coloridas, utilizando duas bandas do satélite combinadas com uma banda correspondente ao MDA.

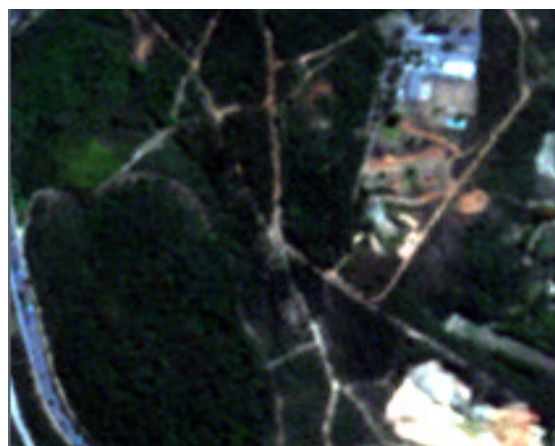


Figura 1. Cor verdadeira - RGB 321

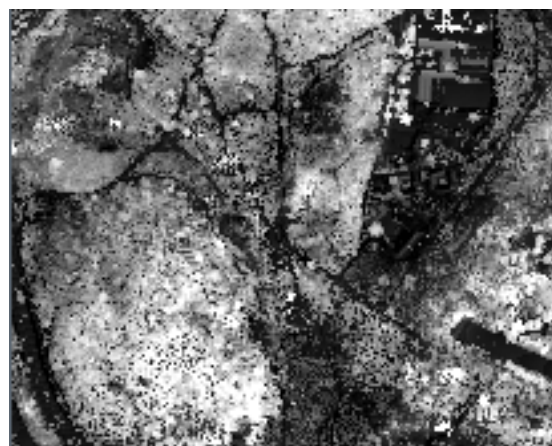


Figura2.MDA

Dentre os testes sistemáticos de diversas composições coloridas no sistema RGB, quatro composições se destacaram, sendo úteis em análises específicas do meio ambiente. Estas composições estão detalhadas na Tabela 3.

Tabela 3. Combinação das imagens no sistema RGB

Composições	R	G	B
1	Banda 1	Banda 4	MDA
2	Banda 5	Banda 4	MDA
3	Banda 3	MDA	Banda 4
4	Banda 1	MDA	Banda 5

A composição 1, apresentada na Figura 3 pode ser de grande utilidade na diferenciação do uso do solo, principalmente entre solo exposto e área construída. Isto ocorre pelo fato da banda 4 apresentar sensibilidade a morfologia do terreno, gerando informação sobre solo e geologia. Isto pode ser notado pela tonalidade laranja adquirida pelo asfalto na parte inferior esquerda da imagem e também na área construída na parte superior direita da imagem. Percebem-se também as tonalidades de amarelo referentes ao solo exposto. Em conjunto as informações espectrais podem ser retiradas do MDA a altura aproximada das edificações, sendo dados úteis no planejamento urbano. A composição 2, apresentada na Figura 4 tem grande aplicação na identificação de áreas úmidas e corpos d'água em geral, isto porque os corpos de água absorvem bastante energia nas bandas 4 e 5 e também permitem a visualização de áreas com vegetação típica de ambientes aquáticos, destacando uma área pantanosa, localizada na porção superior esquerda da imagem. Os dados altimétricos do MDA são úteis na caracterização vertical deste ecossistema associado à paisagem.

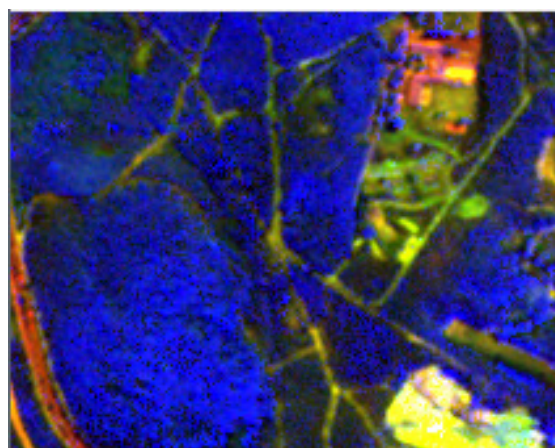


Figura 3. Composição 1

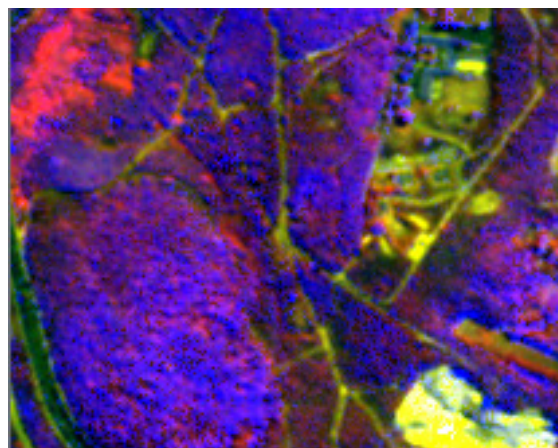


Figura 4. Composição 2

A composição 3, apresentada na Figura 5 tem boa aplicação nos estudos de vegetação. A banda 3 apresenta grande absorção da vegetação e permite um bom contraste entre os tipos de cobertura vegetal e na banda 4 a vegetação reflete muita energia, apresentando também grande sensibilidade a rugosidade das copas, isto aliado a informação sobre a estrutura

vertical potencializa estudos de volume, biomassa e estoque de carbono. A composição 4, apresentada na Figura 6, utiliza as propriedades da banda 5 em conjunto com a capacidade de penetração em corpos d'água e absorção pela clorofila, se tornando uma imagem de aplicação heterogênea, que destaca diversos alvos, tendo uma aplicabilidade em diversos ramos de pesquisa.

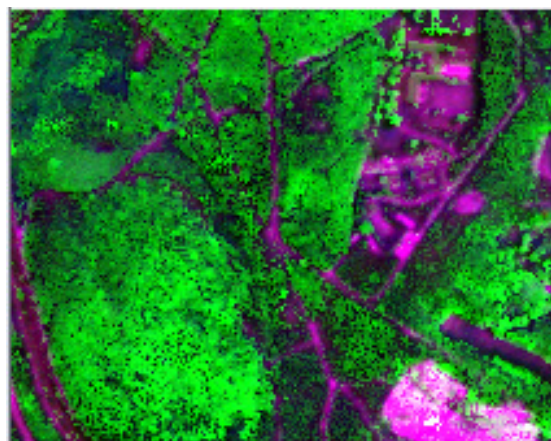


Figura 5. Composição 3

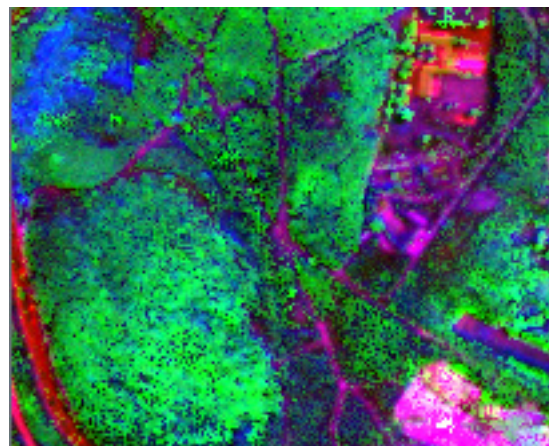


Figura 6. Composição 4

A capacidade da imagem derivada dos dados LIDAR de prover a informação altura permite que sejam criados modelos em três dimensões das composições criadas. Estes modelos melhoram o poder de interpretação e compreensão da área em foco. Para ilustrar este tipo de modelo é apresentado a seguir na Figura 7 um exemplo criado a partir da composição 4, destacada na Figura 6.

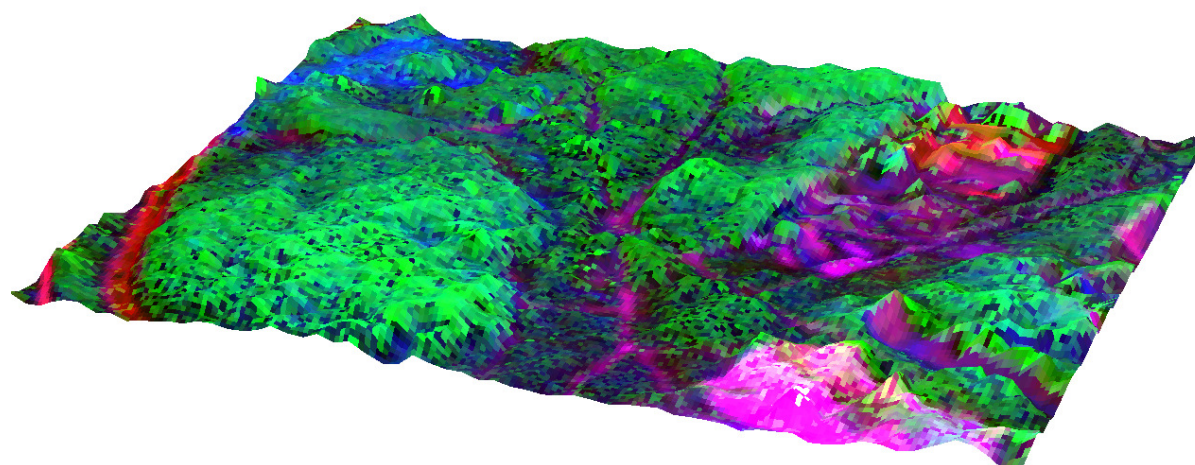


Figura 7. Modelo 3D da composição 4

## 5. Conclusões

A combinação de dados de altimetria LIDAR com imagens multiespectrais de alta resolução espacial *RapidEye* tem grande potencial de aplicação em análises de vários tipos de ambientes, pois a junção de dados estruturais com espectrais incrementa de forma substancial a captação de informação sobre variados alvos. Isto ficou claro a partir das combinações apresentadas neste artigo, as quais destacam alvos como vegetação, edificações, solos, geomorfologia, recursos hídricos, entre outras. A análise destes ambientes feita a partir das

informações espectrais e de altura são mais consistentes e podem balizar tomadas de decisões mais conscientes.

A tecnologia LIDAR é uma técnica de sensoriamento remoto relativamente nova, sendo necessária a criação de diferentes formas de processamentos dos seus dados, buscando alternativas de aplicação em diferentes áreas, sendo que a sua combinação com a informação espectral é um modo extremamente útil de tirar proveito destas duas avançadas técnicas de sensoriamento remoto. Para trabalhos futuros esperamos incrementar as análises, testando métodos de fusão de imagens e também de classificação em produtos oriundos da junção entre os dados LIDAR e imagens multiespectrais.

### **Referências bibliográficas**

Jacobsen, K.. Geometric Potential of IKONOS and QuickBird Images. **GeoBIT/GIS**, v.9, p. 33–39, 2003.

Loch, R.E.N.; Schafer, A.G.; Vargas, R.M.A. Filtragem e classificação de pontos laser scanner utilizando o software Terrascan. **Geodésia Online**. Anais. Florianópolis, 2004.

RapidEye AG. Disponível em: <http://www.rapideye.de/>. Acesso em: 25 out. 2010.

Wehr A.; Lohr U. Airborne Laser Scanning – An Introduction and Overview. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 54, p. 68-82, 1999.