

## **Análise da exatidão geométrica e do potencial de interpretação de imagens orbitais: estudo do caso da vegetação na escala 1:100.000, Silva Jardim, RJ**

Rafael Cardoso de Moraes Telles<sup>1</sup>  
Rafael Martins Antunes<sup>1</sup>  
Alexandre de Almeida Teixeira<sup>1</sup>  
Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>1</sup>  
Rafael Silva de Barros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ  
Departamento de Geografia, IGEO/CCMN  
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais  
cardoooso@gmail.com  
rafaelmartinsa@hotmail.com  
alexandre.teixeira@ibge.gov.br  
rafael.barros@ufrj.br  
carlamad@gmail.com

**Abstract:** Each year we can see more and more geospatial data being produced or used by a growing up number of non-specialized users. However, each user produces data to meet his own needs and as consequence most of this data is not appropriate for being used by another users. The purpose of this study is to evaluate the feasibility of RapidEye images for generating a vegetation map for 1:100.000 scale, considering the use of Brazilian standards for geospatial data. Study area is located in Silva Jardim city, in Rio de Janeiro state, Southeast Brazil. Geometric accuracy of the image was determined using 33 checkpoints acquired over official orthophotos in 1:25.000 scale and results were analyzed according to Brazilian accuracy standards for cartography (PEC, in portuguese). Vegetation mapping was done using object based classification, using Definiens software. Map legend was created according to classes proposed by Vector Geospatial Data Structure (INDE), a Brazilian standard for geospatial reference and thematic data. This standardization is part of National Spatial Data Infrastructure (INDE, in portuguese) which is an effort facilitate interoperability for these kind of data. Results showed that orthorectified RapidEye images presented accuracy compatible with 1:25.000 scale, class B. Considering 8 classes in the legend, vegetation map presented 51,7% of thematic accuracy, which indicated that adjust in the modeling process is necessary.

**Palavras-Chaves:** remote sensing, RapidEye, interoperability, sensoriamento remoto, RapidEye, interoperabilidade.

### **1. Introdução:**

Existe atualmente um grande volume de dados geográficos apresentados e distribuídos para diversas comunidades, onde muitas das quais são despreparadas para uma utilização crítica e consciente, no que diz respeito à qualidade do dado. Devido a este contexto, o usuário acaba manejando e integrando dados produzidos por diferentes produtores sem levar em consideração sérias incoerências geométricas. Além disso, mapeamentos relacionados à mesma temática podem apresentar legendas completamente diferentes, originando problemas de compatibilidade entre as classes.

No Brasil, em termos de padronização na avaliação da qualidade geométrica de produtos cartográficos, oficialmente é adotado o Decreto nº 89817, de 20 de junho de 1984, que estabelece o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) como referência. Com a mudança para o paradigma digital, notam-se esforços de revisão deste padrão de referência, cuja denominação passaria a ser Padrão de Acurácia e Precisão para Produtos Cartográficos Digitais (PAP-PCD). Em 2006, a Comissão Nacional de Cartografia apresentou a Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), iniciativa que objetivava padronizar as classes de mapeamento da produção cartográfica de referência no Brasil (CONCAR, 2007). Tanto o PAP-PCD, quanto a ET-EDGV, representam tentativas de

padronização da produção de dados geoespaciais considerando as estruturas associadas aos SIGs. Tais especificações fazem parte da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE) (BRASIL, 2008).

Assim sendo, o intuito deste trabalho é analisar a adequabilidade das imagens RapidEye na geração de um mapeamento da cobertura vegetal para a escala 1:100.000, tanto em termos geométricos como temáticos. Será apresentada ainda uma proposta de legenda, na escala 1:100.000, usando como referência as especificações propostas pela INDE. Além disso, propõe-se uma avaliação da exatidão geométrica das imagens usadas como insumo para o mapeamento.

A área de estudo corresponde ao município de Silva Jardim, localizado no Estado do Rio de Janeiro. Vale ressaltar que se trata de um trabalho inicial que aborda o uso de uma padronização pouco aplicada no Brasil.

## **2. Metodologia de Trabalho:**

Pelo fato do RapidEye se tratar de uma constelação de microssatélites com sensores de mesmas características e resoluções, é comum que a cobertura de áreas mais abrangentes seja feita com cenas obtidas por diferentes satélites. Este é o caso do presente estudo, em que as 5 cenas utilizadas foram obtidas por diferentes satélites/sensores e em datas distintas, embora as horas de obtenção sejam aproximadas.

As imagens usadas são referenciadas a: 1 cena do dia 30/07/2010, sensor RE4, 13:50:24; 2 cenas do dia 31/07/2010, sensor RE5, 13:52:19; 1 cena do dia 19/08/2010, sensor RE5, 13:51:29; e 1 cena do dia 13/09/2010, sensor RE1, 13:58:23.

Para a avaliação da exatidão planimétrica da imagem ortorretificadas foram usados 33 pontos distribuídos na área de estudo, o município de Silva Jardim. Como referência de pontos de teste foi usado um conjunto de dez ortofotos, na escala de 1:25.000, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta referência foi considerada satisfatória pelo fato da escala desejada para produto final ser a 1:100.000.

Para a classificação da cobertura vegetal, foi usado o software eCognition 7.0, através da abordagem de classificação baseada em objetos. Vale ressaltar que não foi possível fazer a correção atmosférica pelo fato do programa usado para este processamento, ENVI 4.7, não reconhecer os metadados destas imagens. Atualmente, iniciativas de sucesso estão sendo implementadas no Erdas. Por causa das diferenças radiométricas significativas entre as cenas utilizadas optou-se por criar um projeto de classificação para cada cena no eCognition. Em cada projeto foram geradas segmentações, seguidas da coleta de amostras de acordo com a legenda estabelecida (Massas d'águas e trechos de drenagens, Brejo\_Pantano, Vegetação cultivada, Floresta, Campo, Sombra, Terreno\_exposto, Áreas edificadas). A classificação baseada em objetos efetuada considerou a definição de modelos booleanos e fuzzy a partir de diversos descritores selecionados com o auxílio da análise dos histogramas de cada classe amostrada. Infelizmente, devido a tanta diferenças radiométricas, houve uma variação considerada significativa do conjunto de descritores adotados para uma mesma classe em projetos distintos, impedido a replicação do modelo de classificação de um projeto para outro.

A classificação foi realizada em três níveis hierárquicos, onde no primeiro foi classificado somente água, brejo, sombra e outros, o segundo foi água, brejo, sombra, vegetação e não vegetação e o último foi água, brejo, sombra, cultivo\_solo, terreno\_exposto, urbano, cultivo, floresta e pasto.

Na etapa de segmentação foram testados vários parâmetros, onde o que melhor se enquadrou foi o parâmetro de escala 70, com critério de homogeneidade zero para forma e compacidade; replicado para todas as cenas.

Já o processo de modelagem foi o mais difícil e demorado, pois classes iguais, em projetos distintos, foram modeladas com descritores diferentes, até mesmo para uma classe

homogênea como a água. Em alguns projetos, para as massas d'água foi usado o descritor de máxima diferença, enquanto para outros foi aplicada a média do verde.

O mapa final, mosaicado, foi validado com pontos aleatórios e com a ajuda do Google Earth, com os quais foi gerada uma matriz de erro.

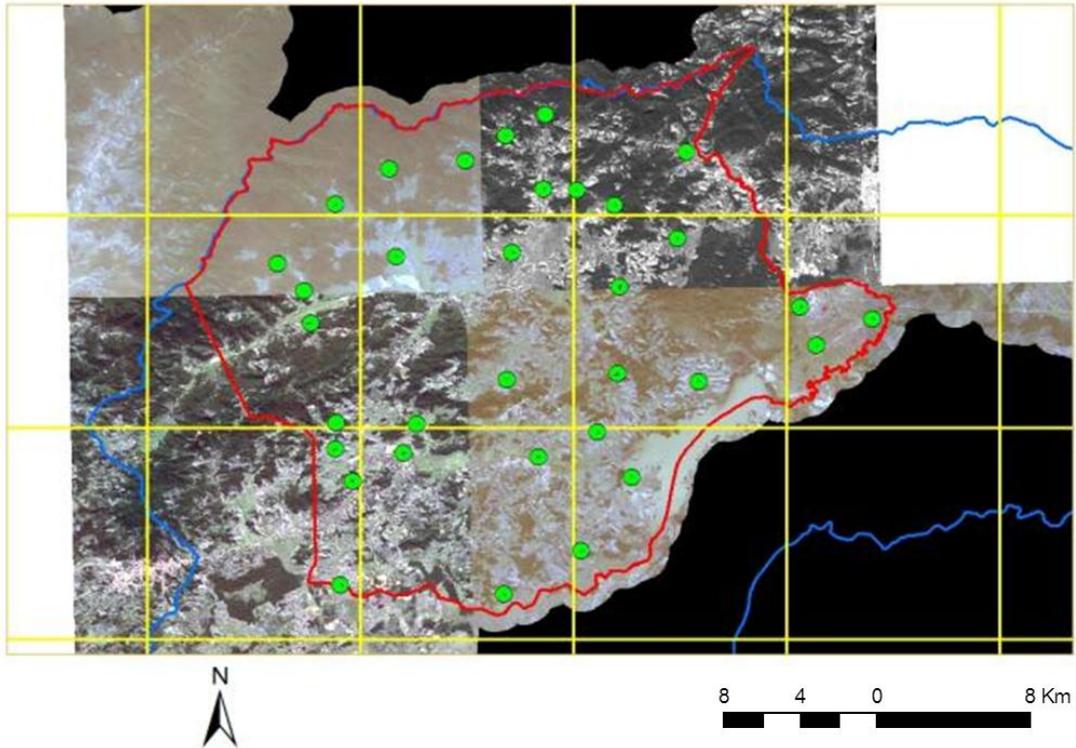


Figura 1: Distribuição dos pontos nas imagens RapidEye.

A tabela 1 apresenta as tolerâncias estabelecidas no Brasil para a análise da exatidão planimétrica de produtos cartográficos, considerando o código oficial (PEC) e o mais recente, ainda em fase de proposta (PAP-PCD). Nessa tabela é possível ver as classes de exatidão alcançadas pelas análises (representadas pelas letras) e as tolerâncias estabelecidas, em termos de Erro Médio (EM) e Desvio Padrão (DP), para diferentes escalas.

Tabela 1: Precisão e Acurácia da Planimetria do Produto Cartográfico (ET-ADGV v.1.0)

PEC	PAP-PCD	1:25.000		1:50.000		1:100.000		1:250.000	
		EM	DP	EM	DP	EM	DP	EM	DP
-	A	6,25 m	3,75 m	12,5 m	7,5 m	25m	15 m	62,5m	37,5 m
A	B	12,5m	7,5 m	25 m	15 m	50m	30 m	125m	75 m
B	C	20 m	12,5 m	40 m	25 m	80m	50 m	200m	125 m
C	D	25 m	20 m	50 m	40 m	100m	80 m	250m	200 m

### 3. Resultados e Discussão:

#### 3.1 Quanto à Exatidão Geométrica:

A análise da exatidão planimétrica considera o alcance de noventa por cento (90%) dos pontos testados no produto cartográfico para o seu enquadramento em uma das classes sugeridas na tabela 1. O erro é quantificado pela distância euclidiana entre a posição do ponto

na imagem avaliada (RapidEye) e a posição deste mesmo ponto na base de referência, no caso a ortofoto. Tanto os erros médios como os desvios padrões devem ser considerados.

Para o presente trabalho obteve-se um CE90 abaixo de 13,18m, com média e desvio padrão de 6,42m e 5,33m, respectivamente.

A partir das análises, percebemos que as imagens RapidEye, conforme o esperado, atendem à escala de interesse, 1:100.000 classe A do PEC e do PAP-PCD, chegando a atender até a escala 1:25.000 classe B pelo PEC e classe C pelo PAP-PCD.

Para uma melhor avaliação, em atendimento a outras escalas, é interessante que os pontos de teste sejam obtidos por levantamento de campo.

### 3.2 Quanto ao Potencial de Interpretação:

Para o Brejo foram usadas a média do infra-vermelho próximo e o afastamento de até 200m da classe água.

Para a classe Cultivo\_solo (áreas preparadas para cultivo), foram usados o desvio padrão do vermelho e/ou da borda do vermelho; para a classe Urbano, o critério de similaridade inversa (vulgo not) das classes Terreno exposto e Cultivo\_solo; para a classe Cultivo, a máxima diferença; para Floresta, a média do verde e/ou do vermelho; para Sombra, a média do vermelho e/ou borda do vermelho; e para as classes Terreno Exposto e Pasto que foram as classes mais difíceis de se modelar utilizou-se variados descritores que não mantiveram nenhuma relação.

A figura 2, a seguir, apresenta o mapa da Cobertura Vegetal final obtido para o município de Silva Jardim.

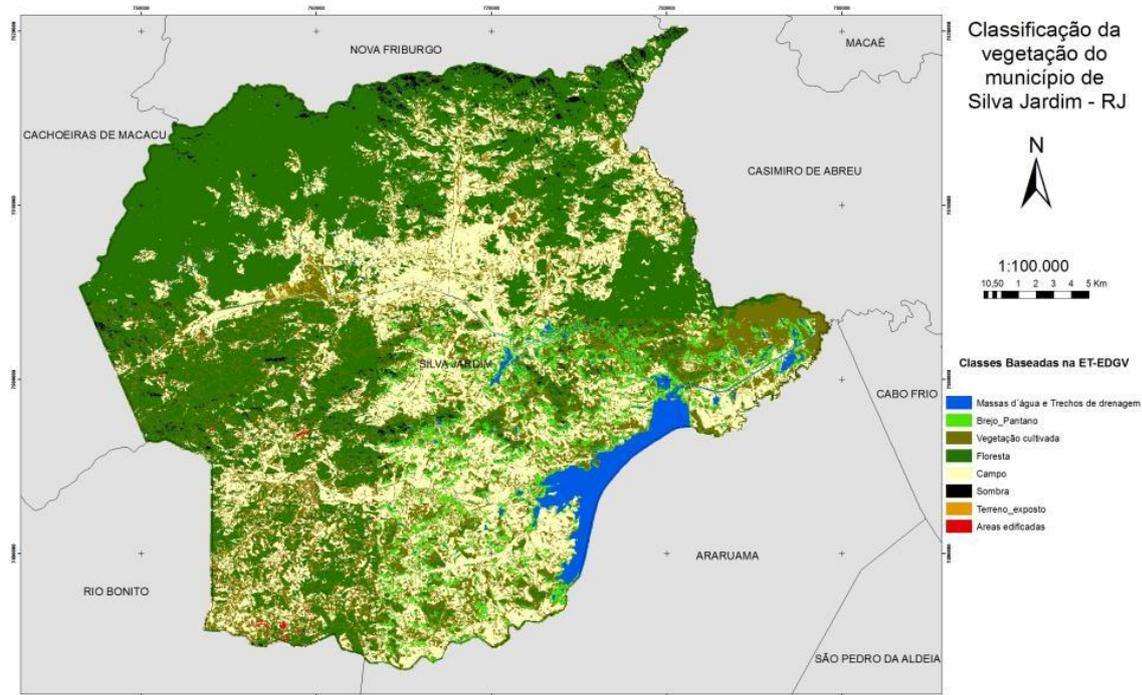


Figura 2: Mapa de Cobertura Vegetal para o Município de Silva Jardim.

Após a classificação e mosaicagem dos resultados obtidos nos 5 projetos, procedeu-se a validação do mesmo. Para tal foram obtidos 240 pontos coletados aleatoriamente para todo o município. A tabela 3, a seguir, apresenta a matriz de confusão obtida. O mapeamento

obteve uma exatidão global de 51,67%, apresentando, portanto, significativas confusões entre classes, que precisam de mais investimentos na modelagem e/ou edição manual.

Tabela 3: Matriz de confusão.

Dados Referência	Dados Classificação								
	Água	Brejo	Cultivo	Floresta	Pasto	Sombra	Terreno Exposto	Urbano	Total da linha
Água	19	5	1	0	3	2	0	0	30
Brejo	5	9	2	2	7	3	2	0	30
Cultivo	2	2	9	2	7	0	8	6	36
Floresta	0	2	2	24	1	1	0	1	31
Pasto	1	7	6	1	8	0	1	2	26
Sombra	2	3	0	1	0	24	0	0	30
Terreno Exposto	0	2	5	0	1	0	12	2	22
Urbano	1	0	5	0	3	0	7	19	35
Total da coluna	30	30	30	30	30	30	30	30	240

A seguir é apresentada a equação utilizada para o cálculo da Exatidão Global do mapeamento final.

Equação Global:

$$\frac{\sum \text{Diagonal}}{\text{Total de amostras}} \times 100 = 51,67\%$$

Com base na matriz de confusão percebemos que as classes floresta e sombra foram as que obtiveram melhor exatidão, enquanto as classes pasto, cultivo e brejo foram as que apresentaram mais confusão.

A equação global foi usada para avaliar o nível de exatidão temática que se alcançou no mapeamento, onde 51,67% corresponde ao um nível médio de exatidão (Cruz, 2009).

#### 4. Conclusões:

Segundo os resultados obtidos com as análises das tabelas 1 e 2 e do CE90, as imagens RapidEye utilizadas neste trabalho, atendem, folgadoamente, à escala 1:100.000 classe A, tanto pelo PEC quanto pelo PAP-PCD, no que diz respeito a exatidão planimétrica.

Ressalta-se aqui que a fase de modelagem foi a mais difícil, por causa das variações radiométricas. Identifica-se a necessidade de maiores ajustes na classificação/modelagem, pois a exatidão global ficou um pouco baixa e algumas classes apresentaram muita confusão, mesmo se considerarmos que o processo foi automático. Vale ressaltar ainda a importância de se analisar se a variação radiométrica entre as cenas é oriunda da interferência atmosférica ou se apresentam ainda diferenças oriundas da calibração dos sensores.

Apesar da avaliação da geometria ter atendido a escala 1:100.000 com bastante segurança, mais testes relativos ao potencial de interpretação destas imagens devem ser feitos. A capacidade de interpretação de imagens ainda necessita de mais conhecimento e definição de critérios.

#### Referências Bibliográficas:

BRASIL. Decreto No 6.666, De 27 De Novembro De 2008. Institui, no Âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial Da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 De Nov. Seção 1, P. 57. 2008.

CONCAR. Especificações Técnicas Para Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais Versão 2.0. Sistema Cartográfico Nacional. Norma Cartográfica Brasileira. Brasília-DF. 2007.

DSG. **Especificações Técnicas para a Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais Versão 1.0. ET-ADGV v.1.0.** 2009.

CONCAR. **Plano de Ação para Implantação da INDE** (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais). Janeiro de 2010.

Ana Duarte Fonseca e João Cordeiro Fernandes. **Detecção Remota.** Lisboa-Porto-Coimbra. 2004.

Cruz, C.B.M.; Rosário, L.S.; Abreu, M.B.; Almeida, P.M.M.; Vicens, R.S.; Cronemberger, F.M. Classificação Orientada a Objetos na Geração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra do estado do Rio de Janeiro. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7789-7796.**

Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.16.04.39/doc/7789-7796.pdf>>.

Acesso em: 07 out. 2012.